

Manajemen Laboratorium Kimia



KESELAMATAN



SOP &
DOKUMENTASI



INVENTARIS &
PENGELOLAAN



KUALITAS &
KONTROL



SUMBER DAYA &
ORGANISASI



KASMUI

BUKU AJAR

MANAJEMEN

LABORATORIUM KIMIA

Disusun berdasarkan RPS Manajemen Laboratorium 2026/2027 dan referensi keselamatan serta mutu laboratorium terlampir

Edisi Pembelajaran 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku ajar Manajemen Laboratorium Kimia. Buku ini dikembangkan untuk mendukung pembelajaran mata kuliah Manajemen Laboratorium pada program studi kimia dengan menempatkan laboratorium sebagai sistem ilmiah yang harus dikelola secara aman, efektif, terdokumentasi, akuntabel, dan berkelanjutan. Laboratorium bukan hanya ruang tempat eksperimen dilakukan. Di dalamnya terdapat manusia, bahan kimia, instrumen, peralatan gelas, utilitas, data, dokumen, anggaran, serta risiko yang saling berhubungan. Karena itu, kualitas pengelolaan menentukan seberapa baik laboratorium mampu memenuhi fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan tanpa mengabaikan keselamatan serta integritas ilmiah.

Struktur buku mengikuti capaian pembelajaran dan bahan kajian RPS Manajemen Laboratorium 2026/2027. Empat belas bab disusun mengikuti urutan kompetensi: konsep dan urgensi manajemen laboratorium; tata kelola; pengadaan dan inventarisasi; klasifikasi serta kompatibilitas bahan kimia; pemeliharaan dan penyimpanan; CAS dan GHS; SDS/MSDS; keselamatan, keamanan, dan penilaian risiko; K3; tanggap darurat dan pelaporan insiden; perhitungan konsentrasi; pembuatan dan pengenceran larutan; peralatan gelas; serta neraca analitik, pH meter, dan penjaminan mutu. Dengan susunan ini, pembaca bergerak dari kerangka manajerial menuju kompetensi keselamatan, teknik dasar, dan mutu pengukuran secara bertahap.

Sumber utama pengembangan materi adalah dokumen RPS dan bahan ajar yang dilampirkan, dilengkapi dengan referensi keselamatan laboratorium dari American Chemical Society, buku *Laboratory Safety for Chemistry Students*, *Prudent Practices in the Laboratory*, *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*, serta panduan Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia. Materi dalam buku ini merupakan sintesis dan pengembangan pedagogis, bukan reproduksi panjang dari sumber. Istilah teknis dipertahankan bila diperlukan agar mahasiswa terbiasa dengan kosakata yang digunakan dalam praktik laboratorium dan sistem keselamatan modern.

Pendekatan buku menekankan hubungan antara teori dan pengambilan keputusan. Setiap bab memuat tujuan pembelajaran, peta konsep, uraian rinci, tabel operasional, gambar skematik, ringkasan, sekurang-kurangnya dua puluh latihan beserta pembahasan, dan soal pengembangan. Latihan tidak hanya menanyakan definisi, tetapi juga meminta mahasiswa menganalisis skenario, merancang dokumen, menilai risiko, memeriksa konsistensi data, serta menjelaskan alasan di balik suatu kontrol. Dengan demikian, pembelajaran diharapkan membentuk kebiasaan berpikir sistematis dan tidak berhenti pada hafalan prosedur.

Keselamatan merupakan prinsip lintas bab. Buku ini tidak dimaksudkan menggantikan SOP laboratorium, SDS bahan kimia, instruksi pabrik, pelatihan langsung, atau supervisi personel kompeten. Praktik yang melibatkan bahan berbahaya, keadaan darurat, peralatan khusus, atau kondisi dengan risiko tinggi harus dilakukan hanya dalam lingkungan institusional yang memiliki pengendalian memadai. Pada pembahasan tanggap darurat, penekanan diberikan pada pengenalan bahaya, aktivasi sistem bantuan, evakuasi, komunikasi, dan kepatuhan terhadap prosedur yang berlaku, bukan pada improvisasi penanganan bahan berbahaya.

Aspek mutu juga diperlakukan sebagai bagian tak terpisahkan dari manajemen laboratorium. Inventaris yang akurat, dokumen yang terkendali, jadwal pemeliharaan, status kalibrasi, ketertelusuran standar, serta integritas data semuanya memiliki tujuan yang sama: memastikan keputusan dapat dipercaya dan dapat ditelusuri. Mahasiswa perlu memahami bahwa hasil analisis yang tampak presisi belum tentu bermutu jika prosesnya tidak terdokumentasi atau alatnya tidak terkendali. Sebaliknya, sistem mutu yang baik harus tetap proporsional, mudah dijalankan, dan relevan terhadap tingkat risiko serta tujuan laboratorium.

Buku ini juga memasukkan prinsip keberlanjutan. Efisiensi bahan, penggunaan aset secara optimal, pencegahan pembelian duplikat, pengelolaan limbah melalui jalur yang benar, pemeliharaan preventif, dan desain alur kerja yang baik merupakan bagian dari tanggung jawab ilmiah. Laboratorium yang aman dan bermutu seharusnya sekaligus mengurangi pemborosan serta dampak lingkungan. Keberlanjutan dalam konteks ini bukan tambahan terpisah, melainkan konsekuensi logis dari pengelolaan sumber daya yang baik.

Penyusun berharap buku ini dapat digunakan sebagai buku ajar, bahan diskusi, sumber tugas berbasis kasus, dan referensi awal untuk menyusun SOP serta dokumen pengelolaan laboratorium. Karena praktik laboratorium selalu berkembang, pembaca dianjurkan memeriksa versi terbaru regulasi, standar, GHS, SDS, serta kebijakan institusi. Kritik dan koreksi berbasis bukti sangat penting agar buku dan proses pembelajaran terus mengalami penyempurnaan. Semoga buku ini membantu menumbuhkan budaya laboratorium yang tertib, aman, kritis, jujur, dan berorientasi pada mutu.

LANDASAN RPS DAN CAPAIAN PEMBELAJARAN

Buku ini disusun mengikuti RPS Manajemen Laboratorium 2026/2027. Struktur bab mengikuti CPMK dan empat belas Sub-CPMK agar hubungan antara isi buku, kegiatan pembelajaran, dan penilaian mudah ditelusuri. Ujian Tengah Semester pada RPS mengintegrasikan materi Sub-CPMK 1–7, sedangkan Ujian Akhir Semester mengintegrasikan seluruh CPMK.

Tabel A.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Kode	Rumusan CPMK
CPMK 1	Mampu menganalisis urgensi, prinsip, tata kelola, pengadaan, inventarisasi, klasifikasi, penyimpanan, pemeliharaan, dan perawatan alat serta bahan kimia secara sistematis, aman, efektif, dan berkelanjutan.
CPMK 2	Mampu menerapkan sistem keselamatan dan keamanan laboratorium berdasarkan CAS, GHS, SDS/MSDS, K3, penilaian risiko, hierarki pengendalian, dan prosedur tanggap darurat secara bertanggung jawab.
CPMK 3	Mampu menerapkan teknik dasar laboratorium, pembuatan larutan, penggunaan dan kalibrasi peralatan gelas, neraca analitik, dan pH meter serta prinsip pengendalian dan penjaminan mutu hasil laboratorium.

Tabel A.2 Sub-CPMK sebagai kerangka 14 bab buku

Kode	Rumusan Sub-CPMK
Sub-CPMK 1	Mampu menjelaskan pengertian, ruang lingkup, fungsi, dan urgensi manajemen laboratorium kimia.
Sub-CPMK 2	Mampu menganalisis tata kelola laboratorium kimia yang efektif, terdokumentasi, berbasis SOP, dan berkelanjutan.
Sub-CPMK 3	Mampu merancang proses pengadaan dan inventarisasi alat serta bahan kimia secara akuntabel dan berbasis data.
Sub-CPMK 4	Mampu mengklasifikasikan bahan kimia berdasarkan sifat, tingkat bahaya, dan kompatibilitas penyimpanannya.
Sub-CPMK 5	Mampu merencanakan pemeliharaan, penyimpanan, dan perawatan alat serta bahan kimia sesuai persyaratan teknis.
Sub-CPMK 6	Mampu menjelaskan dan menggunakan identitas CAS serta unsur komunikasi bahaya pada GHS.
Sub-CPMK 7	Mampu menelusuri, membaca, menafsirkan, dan memanfaatkan SDS/MSDS bahan kimia secara tepat.
Sub-CPMK 8	Mampu menganalisis konsep keamanan dan keselamatan laboratorium, sumber bahaya, risiko, serta hierarki pengendalian.
Sub-CPMK 9	Mampu menjelaskan tujuan, prinsip, kebijakan, dan pentingnya penerapan K3 di laboratorium kimia.
Sub-CPMK 10	Mampu menerapkan K3, asesmen risiko, penggunaan APD, pengendalian tumpahan, kebakaran, pertolongan pertama, dan pelaporan insiden.
Sub-CPMK 11	Mampu menjelaskan larutan, satuan konsentrasi, dan perhitungan yang diperlukan dalam pekerjaan laboratorium.
Sub-CPMK 12	Mampu merancang dan menjelaskan prosedur pembuatan serta pengenceran larutan secara teliti dan aman.
Sub-CPMK 13	Mampu mengidentifikasi jenis, fungsi, penggunaan, pemeliharaan, dan kalibrasi peralatan gelas laboratorium.
Sub-CPMK 14	Mampu menjelaskan penggunaan, pemeliharaan, kalibrasi, dan pengendalian mutu neraca analitik serta pH meter.

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Setiap bab dimulai dengan tujuan pembelajaran dan peta konsep, kemudian dilanjutkan uraian konsep dan penerapan manajemen. Tabel digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara kegiatan, dokumen, risiko, dan bukti objektif. Gambar berfungsi sebagai skema hubungan konsep, bukan pengganti SOP. Pada bagian latihan, pembaca disarankan mencoba menjawab sebelum membaca pembahasan. Soal pengembangan dapat digunakan sebagai bahan proyek, presentasi, audit simulasi, atau diskusi kelompok.

Untuk materi keselamatan dan bahan kimia, selalu gunakan prinsip bahwa buku ini adalah sumber pembelajaran, bukan instruksi operasional tunggal. Sebelum kegiatan nyata, pengguna harus membaca SOP laboratorium, SDS bahan, petunjuk alat, serta mengikuti pelatihan dan supervisi yang disyaratkan. Jika terdapat perbedaan antara contoh dalam buku dan ketentuan institusi, ketentuan institusi yang berlaku harus diikuti.

Untuk perhitungan larutan, contoh menggunakan zat yang relatif umum dalam pendidikan dan berfokus pada konsep matematis. Keputusan praktis mengenai bahan, kemurnian, pelarut, alat, pelabelan, penyimpanan, dan masa berlaku tetap harus ditetapkan oleh laboratorium berdasarkan tujuan metode, risiko, dan sistem mutu.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	3
LANDASAN RPS DAN CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	5
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU	6
BAB 1 KONSEP, RUANG LINGKUP, FUNGSI, DAN URGENSI MANAJEMEN LABORATORIUM KIMIA	29
1.1 Tujuan Pembelajaran.....	29
1.2 Peta Konsep.....	29
1.3 Definisi dan karakter laboratorium kimia	29
1.3.1 Fokus Operasional.....	30
1.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	31
1.4 Tujuan manajemen laboratorium	31
1.4.1 Fokus Operasional.....	32
1.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	32
1.5 Fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan	33
1.5.1 Fokus Operasional.....	34
1.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	35
1.6 Ruang lingkup pengelolaan laboratorium	35
1.6.1 Fokus Operasional.....	36
1.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	36
1.7 Efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu	37
1.7.1 Fokus Operasional.....	38
1.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	39
1.8 Siklus hidup kegiatan laboratorium	39
1.8.1 Fokus Operasional.....	40
1.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	40
1.9 Tata ruang dan alur kerja.....	41
1.9.1 Fokus Operasional.....	42
1.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	42
1.10 Kompetensi dan disiplin personel	43
1.10.1 Fokus Operasional.....	43

1.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	44
1.11 Indikator kinerja laboratorium	45
1.11.1 Fokus Operasional.....	46
1.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	46
1.12 Etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan.....	47
1.12.1 Fokus Operasional.....	47
1.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	48
1.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	49
1.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	49
1.15 Ringkasan Bab	50
1.16 Latihan dan Pembahasan.....	51
1.17 Soal Pengembangan	62
BAB 2 TATA KELOLA LABORATORIUM KIMIA YANG EFEKTIF, TERDOKUMENTASI, DAN BERKELANJUTAN	63
2.1 Tujuan Pembelajaran.....	63
2.2 Peta Konsep.....	63
2.3 Struktur organisasi laboratorium.....	63
2.3.1 Fokus Operasional.....	64
2.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	65
2.4 Uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab	65
2.4.1 Fokus Operasional.....	66
2.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	66
2.5 SOP sebagai pengendali proses.....	67
2.5.1 Fokus Operasional.....	68
2.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	69
2.6 Pengendalian dokumen dan rekaman.....	69
2.6.1 Fokus Operasional.....	70
2.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	70
2.7 Administrasi layanan laboratorium.....	71
2.7.1 Fokus Operasional.....	72
2.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	72
2.8 Digitalisasi pengelolaan laboratorium.....	73

2.8.1 Fokus Operasional.....	73
2.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	74
2.9 Integritas dan keamanan data	75
2.9.1 Fokus Operasional.....	76
2.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	76
2.10 Koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan.....	77
2.10.1 Fokus Operasional.....	77
2.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	78
2.11 Tata kelola berkelanjutan	79
2.11.1 Fokus Operasional.....	80
2.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	80
2.12 Evaluasi dan perbaikan berkelanjutan.....	81
2.12.1 Fokus Operasional.....	81
2.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	82
2.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	83
2.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	83
2.15 Ringkasan Bab	84
2.16 Latihan dan Pembahasan.....	85
2.17 Soal Pengembangan	95
BAB 3 PENGADAAN DAN INVENTARISASI ALAT SERTA BAHAN KIMIA	96
3.1 Tujuan Pembelajaran.....	96
3.2 Peta Konsep.....	96
3.3 Perencanaan kebutuhan	96
3.3.1 Fokus Operasional.....	97
3.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	98
3.4 Penyusunan spesifikasi teknis	98
3.4.1 Fokus Operasional.....	99
3.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	99
3.5 Evaluasi pemasok dan proses pengadaan.....	100
3.5.1 Fokus Operasional.....	101
3.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	101

3.6 Penerimaan alat dan bahan.....	102
3.6.1 Fokus Operasional.....	103
3.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	103
3.7 Kode inventaris dan identifikasi aset	104
3.7.1 Fokus Operasional.....	105
3.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	105
3.8 Register bahan kimia.....	106
3.8.1 Fokus Operasional.....	106
3.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	107
3.9 Kartu stok dan transaksi bahan	108
3.9.1 Fokus Operasional.....	109
3.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	109
3.10 Basis data inventaris.....	110
3.10.1 Fokus Operasional.....	110
3.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	111
3.11 Stock opname dan rekonsiliasi.....	112
3.11.1 Fokus Operasional.....	112
3.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	113
3.12 Analitik inventaris untuk keputusan.....	113
3.12.1 Fokus Operasional.....	114
3.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	115
3.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	116
3.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	116
3.15 Ringkasan Bab	117
3.16 Latihan dan Pembahasan.....	117
3.17 Soal Pengembangan	128
BAB 4 KLASIFIKASI BAHAN KIMIA DAN KOMPATIBILITAS PENYIMPANAN.....	129
4.1 Tujuan Pembelajaran.....	129
4.2 Peta Konsep.....	129
4.3 Dasar klasifikasi bahan kimia	129
4.3.1 Fokus Operasional.....	130

4.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	131
4.4 Bahaya fisik bahan kimia	131
4.4.1 Fokus Operasional.....	132
4.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	132
4.5 Bahaya kesehatan	133
4.5.1 Fokus Operasional.....	134
4.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	134
4.6 Bahaya lingkungan.....	135
4.6.1 Fokus Operasional.....	135
4.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	136
4.7 Konsep inkompatibilitas kimia	137
4.7.1 Fokus Operasional.....	138
4.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	138
4.8 Kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas	139
4.8.1 Fokus Operasional.....	139
4.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	140
4.9 Segregasi dan secondary containment	141
4.9.1 Fokus Operasional.....	142
4.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	142
4.10 Kondisi lingkungan penyimpanan	143
4.10.1 Fokus Operasional.....	143
4.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	144
4.11 Matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan	145
4.11.1 Fokus Operasional.....	145
4.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	146
4.12 Audit penyimpanan bahan kimia	146
4.12.1 Fokus Operasional.....	147
4.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	148
4.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	149
4.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	149
4.15 Ringkasan Bab	150
4.16 Latihan dan Pembahasan.....	150

4.17 Soal Pengembangan	161
BAB 5 PEMELIHARAAN, PENYIMPANAN, DAN PERAWATAN ALAT SERTA BAHAN KIMIA	162
5.1 Tujuan Pembelajaran.....	162
5.2 Peta Konsep.....	162
5.3 Prinsip pemeliharaan preventif	162
5.3.1 Fokus Operasional.....	163
5.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	164
5.4 Pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan.....	164
5.4.1 Fokus Operasional.....	165
5.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	165
5.5 Perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi	166
5.5.1 Fokus Operasional.....	167
5.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	168
5.6 Kondisi ruang dan utilitas alat.....	168
5.6.1 Fokus Operasional.....	169
5.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	169
5.7 Penyimpanan alat gelas dan aksesoris	170
5.7.1 Fokus Operasional.....	171
5.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	171
5.8 Penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas	172
5.8.1 Fokus Operasional.....	173
5.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	173
5.9 FIFO dan FEFO	174
5.9.1 Fokus Operasional.....	175
5.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	175
5.10 Pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai	176
5.10.1 Fokus Operasional.....	176
5.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	177
5.11 Jadwal dan log pemeliharaan	178
5.11.1 Fokus Operasional.....	179
5.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	179

5.12 Evaluasi efektivitas program pemeliharaan	180
5.12.1 Fokus Operasional.....	180
5.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	181
5.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	182
5.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	182
5.15 Ringkasan Bab	183
5.16 Latihan dan Pembahasan.....	184
5.17 Soal Pengembangan	194
BAB 6 CAS REGISTRY NUMBER DAN GLOBALLY HARMONIZED SYSTEM (GHS)	195
6.1 Tujuan Pembelajaran.....	195
6.2 Peta Konsep.....	195
6.3 Identitas bahan dan CAS Registry Number	195
6.3.1 Fokus Operasional.....	196
6.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	197
6.4 Tujuan dan ruang lingkup GHS	197
6.4.1 Fokus Operasional.....	198
6.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	198
6.5 Kelas dan kategori bahaya	199
6.5.1 Fokus Operasional.....	200
6.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	201
6.6 Piktogram bahaya.....	201
6.6.1 Fokus Operasional.....	202
6.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	202
6.7 Kata sinyal.....	203
6.7.1 Fokus Operasional.....	204
6.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	204
6.8 Hazard statement.....	205
6.8.1 Fokus Operasional.....	205
6.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	206
6.9 Precautionary statement	207
6.9.1 Fokus Operasional.....	208

6.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	208
6.10 Product identifier dan identitas pemasok	209
6.10.1 Fokus Operasional.....	209
6.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	210
6.11 Desain label bahan kimia	211
6.11.1 Fokus Operasional.....	212
6.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	212
6.12 Audit komunikasi bahaya.....	213
6.12.1 Fokus Operasional.....	213
6.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	214
6.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	215
6.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	215
6.15 Ringkasan Bab	216
6.16 Latihan dan Pembahasan.....	217
6.17 Soal Pengembangan	227
BAB 7 SAFETY DATA SHEET (SDS/MSDS): STRUKTUR, INTERPRETASI, DAN PEMANFAATAN	228
7.1 Tujuan Pembelajaran.....	228
7.2 Peta Konsep.....	228
7.3 Fungsi SDS dalam sistem keselamatan.....	228
7.3.1 Fokus Operasional.....	229
7.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	230
7.4 Struktur 16 bagian SDS.....	230
7.4.1 Fokus Operasional.....	231
7.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	231
7.5 Bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi	232
7.5.1 Fokus Operasional.....	233
7.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	233
7.6 Bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja ..	234
7.6.1 Fokus Operasional.....	235
7.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	235
7.7 Bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan	236

7.7.1 Fokus Operasional.....	237
7.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	237
7.8 Bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi	238
7.8.1 Fokus Operasional.....	238
7.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	239
7.9 Bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi	240
7.9.1 Fokus Operasional.....	241
7.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	241
7.10 Bagian 16: informasi lain dan revisi	242
7.10.1 Fokus Operasional.....	242
7.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	243
7.11 Membandingkan SDS dari beberapa pemasok	244
7.11.1 Fokus Operasional.....	244
7.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	245
7.12 Manajemen SDS di laboratorium.....	245
7.12.1 Fokus Operasional.....	246
7.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	247
7.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	248
7.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	248
7.15 Ringkasan Bab	249
7.16 Latihan dan Pembahasan.....	249
7.17 Soal Pengembangan	260
BAB 8 KEAMANAN, KESELAMATAN, BAHAYA, RISIKO, DAN HIERARKI PENGENDALIAN.....	261
8.1 Tujuan Pembelajaran.....	261
8.2 Peta Konsep.....	261
8.3 Perbedaan safety dan security	261
8.3.1 Fokus Operasional.....	262
8.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	263
8.4 Bahaya dan risiko.....	263
8.4.1 Fokus Operasional.....	264
8.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	264

8.5 Rute paparan dan skenario kejadian.....	265
8.5.1 Fokus Operasional.....	266
8.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	267
8.6 Identifikasi bahaya sistematis	267
8.6.1 Fokus Operasional.....	268
8.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	268
8.7 Matriks risiko	269
8.7.1 Fokus Operasional.....	270
8.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	270
8.8 JSA/HIRA sederhana	271
8.8.1 Fokus Operasional.....	271
8.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	272
8.9 Hierarki pengendalian	273
8.9.1 Fokus Operasional.....	274
8.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	274
8.10 Kontrol rekayasa dan administratif.....	275
8.10.1 Fokus Operasional.....	275
8.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	276
8.11 Keamanan akses dan bahan sensitif.....	277
8.11.1 Fokus Operasional.....	277
8.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	278
8.12 Risk register dan tinjauan berkala	278
8.12.1 Fokus Operasional.....	279
8.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	280
8.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	281
8.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	281
8.15 Ringkasan Bab	282
8.16 Latihan dan Pembahasan.....	282
8.17 Soal Pengembangan	293
BAB 9 KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DI	
LABORATORIUM KIMIA.....	294
9.1 Tujuan Pembelajaran.....	294

9.2 Peta Konsep.....	294
9.3 Tujuan dan kebijakan K3	294
9.3.1 Fokus Operasional.....	295
9.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	296
9.4 Budaya keselamatan.....	296
9.4.1 Fokus Operasional.....	297
9.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	297
9.5 Peran dan tanggung jawab personel.....	298
9.5.1 Fokus Operasional.....	299
9.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	299
9.6 Pemilihan dan pengelolaan APD	300
9.6.1 Fokus Operasional.....	300
9.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	301
9.7 Housekeeping dan 5S.....	302
9.7.1 Fokus Operasional.....	303
9.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	303
9.8 Higiene laboratorium	304
9.8.1 Fokus Operasional.....	304
9.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	305
9.9 Pengelolaan limbah laboratorium	306
9.9.1 Fokus Operasional.....	306
9.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	307
9.10 Komunikasi dan pelatihan K3	307
9.10.1 Fokus Operasional.....	308
9.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	309
9.11 Inspeksi dan audit K3.....	310
9.11.1 Fokus Operasional.....	310
9.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	311
9.12 K3 dan keberlanjutan	311
9.12.1 Fokus Operasional.....	312
9.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	312
9.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	313

9.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	314
9.15 Ringkasan Bab	314
9.16 Latihan dan Pembahasan.....	315
9.17 Soal Pengembangan	325
BAB 10 PENILAIAN RISIKO, TANGGAP DARURAT, DAN PELAPORAN INSIDEN.....	327
10.1 Tujuan Pembelajaran.....	327
10.2 Peta Konsep.....	327
10.3 Rencana tanggap darurat laboratorium	327
10.3.1 Fokus Operasional.....	328
10.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	329
10.4 Sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat.....	329
10.4.1 Fokus Operasional.....	330
10.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	330
10.5 Tumpahan bahan kimia: prinsip respons.....	331
10.5.1 Fokus Operasional.....	332
10.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	333
10.6 Kebakaran: prinsip respons	333
10.6.1 Fokus Operasional.....	334
10.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	335
10.7 Paparan pada mata atau kulit.....	335
10.7.1 Fokus Operasional.....	336
10.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	337
10.8 Pertolongan pertama di laboratorium.....	337
10.8.1 Fokus Operasional.....	338
10.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	338
10.9 Evakuasi dan titik kumpul.....	339
10.9.1 Fokus Operasional.....	340
10.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	341
10.10 Pelaporan insiden dan near miss	341
10.10.1 Fokus Operasional.....	342
10.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	342

10.11 Investigasi dan akar penyebab	343
10.11.1 Fokus Operasional.....	344
10.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	344
10.12 Simulasi dan kesiapsiagaan.....	345
10.12.1 Fokus Operasional.....	345
10.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	346
10.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	347
10.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	347
10.15 Ringkasan Bab	348
10.16 Latihan dan Pembahasan.....	349
10.17 Soal Pengembangan	359
BAB 11 LARUTAN DAN SATUAN KONSENTRASI DALAM PEKERJAAN LABORATORIUM	361
11.1 Tujuan Pembelajaran.....	361
11.2 Peta Konsep.....	361
11.3 Konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut	361
11.3.1 Fokus Operasional.....	362
11.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	363
11.4 Molaritas	363
11.4.1 Fokus Operasional.....	364
11.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	364
11.5 Molalitas.....	365
11.5.1 Fokus Operasional.....	366
11.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	366
11.6 Normalitas dan ekuivalen.....	367
11.6.1 Fokus Operasional.....	368
11.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	368
11.7 Persen massa, volume, dan massa/volume.....	369
11.7.1 Fokus Operasional.....	370
11.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	370
11.8 ppm dan ppb.....	371
11.8.1 Fokus Operasional.....	371

11.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	372
11.9 Fraksi mol	373
11.9.1 Fokus Operasional.....	374
11.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	374
11.10 Densitas dan konversi konsentrasi	375
11.10.1 Fokus Operasional.....	375
11.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	376
11.11 Angka penting dan ketidakpastian	377
11.11.1 Fokus Operasional.....	378
11.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	378
11.12 Lembar kerja perhitungan	379
11.12.1 Fokus Operasional.....	379
11.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	380
11.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	381
11.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	381
11.15 Ringkasan Bab	382
11.16 Latihan dan Pembahasan.....	383
11.17 Soal Pengembangan	390
BAB 12 PEMBUATAN DAN PENGECERAN LARUTAN SECARA TELITI DAN AMAN.....	391
12.1 Tujuan Pembelajaran.....	391
12.2 Peta Konsep.....	391
12.3 Perencanaan pembuatan larutan	391
12.3.1 Fokus Operasional.....	392
12.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	393
12.4 Perhitungan dari bahan padat	393
12.4.1 Fokus Operasional.....	394
12.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	394
12.5 Pengenceran larutan stok	395
12.5.1 Fokus Operasional.....	396
12.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	396
12.6 Pemilihan alat ukur volume	397

12.6.1 Fokus Operasional.....	398
12.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	398
12.7 Kualitas air atau pelarut	399
12.7.1 Fokus Operasional.....	400
12.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	400
12.8 Urutan kerja tingkat umum	401
12.8.1 Fokus Operasional.....	401
12.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	402
12.9 Pelabelan larutan	403
12.9.1 Fokus Operasional.....	404
12.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	404
12.10 Faktor koreksi dan kemurnian.....	405
12.10.1 Fokus Operasional.....	405
12.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	406
12.11 Pengenceran bertingkat	407
12.11.1 Fokus Operasional.....	407
12.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	408
12.12 Verifikasi dan dokumentasi larutan	409
12.12.1 Fokus Operasional.....	409
12.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	410
12.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	411
12.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	411
12.15 Ringkasan Bab	412
12.16 Latihan dan Pembahasan.....	413
12.17 Soal Pengembangan	419
BAB 13 PERALATAN GLAS: FUNGSI, PENGGUNAAN, PEMELIHARAAN, DAN KALIBRASI	421
13.1 Tujuan Pembelajaran.....	421
13.2 Peta Konsep.....	421
13.3 Klasifikasi peralatan gelas.....	421
13.3.1 Fokus Operasional.....	422
13.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	423

13.4 Alat volumetrik dan fungsi.....	423
13.4.1 Fokus Operasional.....	424
13.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	424
13.5 Kelas toleransi dan spesifikasi	425
13.5.1 Fokus Operasional.....	426
13.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	426
13.6 Pembacaan meniskus	427
13.6.1 Fokus Operasional.....	427
13.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	428
13.7 Pemeriksaan sebelum digunakan	429
13.7.1 Fokus Operasional.....	430
13.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	430
13.8 Pembersihan peralatan gelas	431
13.8.1 Fokus Operasional.....	431
13.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	432
13.9 Pengeringan dan penyimpanan	433
13.9.1 Fokus Operasional.....	434
13.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	434
13.10 Kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep	435
13.10.1 Fokus Operasional.....	435
13.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	436
13.11 Evaluasi bias dan presisi	437
13.11.1 Fokus Operasional.....	438
13.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	438
13.12 Rekaman kalibrasi dan status alat	439
13.12.1 Fokus Operasional.....	439
13.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	440
13.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	441
13.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	441
13.15 Ringkasan Bab	442
13.16 Latihan dan Pembahasan.....	442
13.17 Soal Pengembangan	449

BAB 14 NERACA ANALITIK, pH METER, KALIBRASI, DAN PENJAMINAN MUTU HASIL.....	450
14.1 Tujuan Pembelajaran.....	450
14.2 Peta Konsep.....	450
14.3 Prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik	450
14.3.1 Fokus Operasional.....	451
14.3.2 Bukti Objektif dan Audit.....	452
14.4 Teknik penimbangan dan sumber galat.....	452
14.4.1 Fokus Operasional.....	453
14.4.2 Bukti Objektif dan Audit.....	453
14.5 Kalibrasi dan verifikasi neraca.....	454
14.5.1 Fokus Operasional.....	455
14.5.2 Bukti Objektif dan Audit.....	456
14.6 Pemeliharaan neraca analitik.....	456
14.6.1 Fokus Operasional.....	457
14.6.2 Bukti Objektif dan Audit.....	457
14.7 Prinsip pengukuran pH.....	458
14.7.1 Fokus Operasional.....	459
14.7.2 Bukti Objektif dan Audit.....	459
14.8 Kalibrasi pH meter	460
14.8.1 Fokus Operasional.....	461
14.8.2 Bukti Objektif dan Audit.....	461
14.9 Perawatan elektroda pH	462
14.9.1 Fokus Operasional.....	463
14.9.2 Bukti Objektif dan Audit.....	463
14.10 Ketertelusuran pengukuran	464
14.10.1 Fokus Operasional.....	464
14.10.2 Bukti Objektif dan Audit.....	465
14.11 Quality Control hasil laboratorium	466
14.11.1 Fokus Operasional.....	467
14.11.2 Bukti Objektif dan Audit.....	467
14.12 Penjaminan mutu dan integritas data	468

14.12.1 Fokus Operasional.....	468
14.12.2 Bukti Objektif dan Audit.....	469
14.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab	470
14.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem.....	470
14.15 Ringkasan Bab	471
14.16 Latihan dan Pembahasan.....	472
14.17 Soal Pengembangan	478
LAMPIRAN A TEMPLATE STRUKTUR ORGANISASI DAN URAIAN TUGAS	479
A.1 Formulir/Checklist 1	479
A.2 Formulir/Checklist 2	479
A.3 Formulir/Checklist 3	480
A.4 Formulir/Checklist 4	480
LAMPIRAN B TEMPLATE SOP DAN PENGENDALIAN DOKUMEN.....	481
B.1 Formulir/Checklist 1.....	481
B.2 Formulir/Checklist 2.....	481
B.3 Formulir/Checklist 3.....	482
B.4 Formulir/Checklist 4.....	482
LAMPIRAN C FORMULIR PENGADAAN DAN INVENTARIS	484
C.1 Formulir/Checklist 1.....	484
C.2 Formulir/Checklist 2.....	484
C.3 Formulir/Checklist 3.....	485
C.4 Formulir/Checklist 4.....	485
LAMPIRAN D REGISTER BAHAN DAN CHECKLIST LABEL GHS	487
D.1 Formulir/Checklist 1	487
D.2 Formulir/Checklist 2	487
D.3 Formulir/Checklist 3	488
D.4 Formulir/Checklist 4	488
LAMPIRAN E LEMBAR TINJAU SDS	490
E.1 Formulir/Checklist 1	490
E.2 Formulir/Checklist 2	491
E.3 Formulir/Checklist 3	491

E.4 Formulir/Checklist 4	492
LAMPIRAN F MATRIKS KOMPATIBILITAS DAN AUDIT PENYIMPANAN	494
F.1 Formulir/Checklist 1	494
F.2 Formulir/Checklist 2	494
F.3 Formulir/Checklist 3	495
F.4 Formulir/Checklist 4	495
LAMPIRAN G LOG PEMELIHARAAN, VERIFIKASI, DAN KALIBRASI	497
G.1 Formulir/Checklist 1	497
G.2 Formulir/Checklist 2	497
G.3 Formulir/Checklist 3	498
G.4 Formulir/Checklist 4	498
LAMPIRAN H FORMULIR HIRA/JSA DAN RISK REGISTER	500
H.1 Formulir/Checklist 1	500
H.2 Formulir/Checklist 2	500
H.3 Formulir/Checklist 3	501
H.4 Formulir/Checklist 4	501
LAMPIRAN I CHECKLIST KESIAPSIAGAAN DARURAT DAN LAPORAN INSIDEN	503
I.1 Formulir/Checklist 1	503
I.2 Formulir/Checklist 2	503
I.3 Formulir/Checklist 3	504
I.4 Formulir/Checklist 4	504
LAMPIRAN J LEMBAR KERJA PERHITUNGAN DAN PEMBUATAN LARUTAN	506
J.1 Formulir/Checklist 1	506
J.2 Formulir/Checklist 2	506
J.3 Formulir/Checklist 3	507
J.4 Formulir/Checklist 4	507
LAMPIRAN K LEMBAR KALIBRASI PERALATAN GELAS	509
K.1 Formulir/Checklist 1	509
K.2 Formulir/Checklist 2	509
K.3 Formulir/Checklist 3	510

K.4 Formulir/Checklist 4	510
LAMPIRAN L CHECKLIST NERACA ANALITIK DAN pH METER.....	512
L.1 Formulir/Checklist 1	512
L.2 Formulir/Checklist 2	512
L.3 Formulir/Checklist 3	513
L.4 Formulir/Checklist 4.....	513
LAMPIRAN M CHECKLIST AUDIT MANAJEMEN LABORATORIUM ...	515
M.1 Formulir/Checklist 1	515
M.2 Formulir/Checklist 2	515
M.3 Formulir/Checklist 3	516
M.4 Formulir/Checklist 4.....	517
LAMPIRAN N RUBRIK PROYEK SEMESTER	518
N.1 Formulir/Checklist 1	518
N.2 Formulir/Checklist 2	518
N.3 Formulir/Checklist 3	519
N.4 Formulir/Checklist 4	519
LAMPIRAN O BANK STUDI KASUS TERINTEGRASI	521
O.1 Kasus Inventaris Dan Pengadaan	521
O.2 Kasus Sds Dan Label	522
O.3 Kasus Pemeliharaan Alat	523
O.4 Kasus Kalibrasi Dan Mutu	523
O.5 Kasus Penyimpanan Bahan	524
O.6 Kasus Tata Kelola Dokumen.....	525
O.7 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan.....	526
O.8 Kasus Keamanan Laboratorium.....	527
O.9 Kasus Larutan Kerja.....	528
O.10 Kasus Peralatan Gelas	529
O.11 Kasus Inventaris Dan Pengadaan	530
O.12 Kasus Sds Dan Label.....	530
O.13 Kasus Pemeliharaan Alat	531
O.14 Kasus Kalibrasi Dan Mutu	532
O.15 Kasus Penyimpanan Bahan	533

O.16 Kasus Tata Kelola Dokumen.....	534
O.17 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan.....	535
O.18 Kasus Keamanan Laboratorium	536
O.19 Kasus Larutan Kerja.....	537
O.20 Kasus Peralatan Gelas	537
O.21 Kasus Inventaris Dan Pengadaan	538
O.22 Kasus Sds Dan Label.....	539
O.23 Kasus Pemeliharaan Alat	540
O.24 Kasus Kalibrasi Dan Mutu	541
O.25 Kasus Penyimpanan Bahan	542
O.26 Kasus Tata Kelola Dokumen.....	543
O.27 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan.....	544
O.28 Kasus Keamanan Laboratorium	544
O.29 Kasus Larutan Kerja.....	545
O.30 Kasus Peralatan Gelas	546
O.31 Kasus Inventaris Dan Pengadaan	547
O.32 Kasus Sds Dan Label.....	548
O.33 Kasus Pemeliharaan Alat	549
O.34 Kasus Kalibrasi Dan Mutu	550
O.35 Kasus Penyimpanan Bahan	551
O.36 Kasus Tata Kelola Dokumen.....	551
O.37 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan.....	552
O.38 Kasus Keamanan Laboratorium	553
O.39 Kasus Larutan Kerja.....	554
O.40 Kasus Peralatan Gelas	555
O.41 Kasus Inventaris Dan Pengadaan	556
O.42 Kasus Sds Dan Label.....	557
O.43 Kasus Pemeliharaan Alat	558
O.44 Kasus Kalibrasi Dan Mutu	558
O.45 Kasus Penyimpanan Bahan	559
O.46 Kasus Tata Kelola Dokumen.....	560
O.47 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan.....	561

O.48 Kasus Keamanan Laboratorium	562
O.49 Kasus Larutan Kerja.....	563
O.50 Kasus Peralatan Gelas	564
GLOSARIUM.....	565
DAFTAR PUSTAKA	572

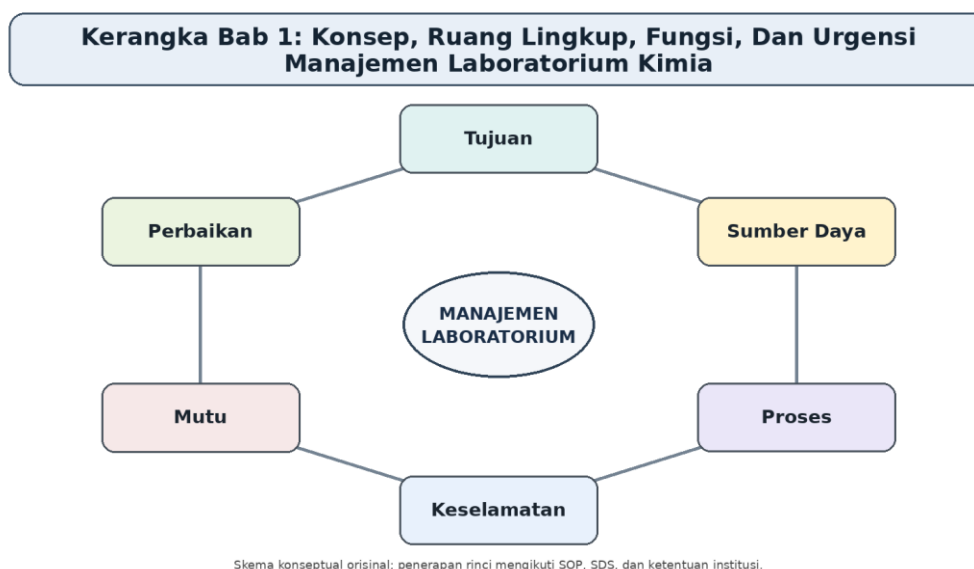
BAB 1 KONSEP, RUANG LINGKUP, FUNGSI, DAN URGENSI MANAJEMEN LABORATORIUM KIMIA

1.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menjelaskan pengertian, ruang lingkup, fungsi, dan urgensi manajemen laboratorium kimia.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

1.2 Peta Konsep



Gambar 1.1 Peta konsep utama Bab 1

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

1.3 Definisi dan karakter laboratorium kimia

Secara operasional, definisi dan karakter laboratorium kimia menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah dengan interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data, kemudian memastikan fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan dan kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan

sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah dan interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data. Tahap pelaksanaan mengendalikan fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada definisi dan karakter laboratorium kimia sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

1.3.1 Fokus Operasional

- Laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah.
- Interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data.
- Fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan.
- Kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi.

Indikator kinerja untuk definisi dan karakter laboratorium kimia tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap definisi dan karakter laboratorium kimia. Kelompok pertama menekankan laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data. Jika tidak

ada standar bersama, fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan dan kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

1.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk definisi dan karakter laboratorium kimia, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah, konsistensi interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data, keterkendalian fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan, dan tersedianya bukti tentang kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk definisi dan karakter laboratorium kimia dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

1.4 Tujuan manajemen laboratorium

Secara operasional, tujuan manajemen laboratorium menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan efektivitas penggunaan fasilitas dengan efisiensi sumber daya, kemudian memastikan keselamatan dan keamanan dan mutu hasil dan keberlanjutan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada efektivitas penggunaan fasilitas dan efisiensi sumber daya. Tahap pelaksanaan mengendalikan keselamatan dan keamanan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai mutu hasil dan keberlanjutan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan

kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada tujuan manajemen laboratorium sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, efektivitas penggunaan fasilitas yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan efisiensi sumber daya yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh keselamatan dan keamanan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

1.4.1 Fokus Operasional

- Efektivitas penggunaan fasilitas.
- Efisiensi sumber daya.
- Keselamatan dan keamanan.
- Mutu hasil dan keberlanjutan.

Dari perspektif mutu, tujuan manajemen laboratorium harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa efektivitas penggunaan fasilitas sudah tersedia, tetapi efisiensi sumber daya belum konsisten. Dampaknya, keselamatan dan keamanan sulit diverifikasi dan mutu hasil dan keberlanjutan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

1.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada efektivitas

penggunaan fasilitas dan efisiensi sumber daya. Tahap pelaksanaan mengendalikan keselamatan dan keamanan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai mutu hasil dan keberlanjutan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk tujuan manajemen laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 1.1 Matriks penerapan untuk tujuan manajemen laboratorium

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Efektivitas penggunaan fasilitas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Efisiensi sumber daya	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Keselamatan dan keamanan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Mutu hasil dan keberlanjutan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

1.5 Fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan

Secara operasional, fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan perencanaan berbasis kebutuhan dengan pembagian tanggung jawab, kemudian memastikan pelaksanaan menurut SOP dan pemantauan dan tindakan perbaikan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik

dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan perencanaan berbasis kebutuhan, konsistensi pembagian tanggung jawab, keterkendalian pelaksanaan menurut SOP, dan tersedianya bukti tentang pemantauan dan tindakan perbaikan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan perencanaan berbasis kebutuhan, pembagian tanggung jawab, atau pelaksanaan menurut SOP dapat mengubah kebutuhan terhadap pemantauan dan tindakan perbaikan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

1.5.1 Fokus Operasional

- Perencanaan berbasis kebutuhan.
- Pembagian tanggung jawab.
- Pelaksanaan menurut sop.
- Pemantauan dan tindakan perbaikan.

Dari perspektif mutu, fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa perencanaan berbasis kebutuhan sudah tersedia, tetapi pembagian tanggung jawab belum konsisten. Dampaknya, pelaksanaan menurut SOP sulit diverifikasi dan pemantauan dan tindakan perbaikan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan

memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

1.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan perencanaan berbasis kebutuhan tidak terlepas dari pembagian tanggung jawab, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pelaksanaan menurut SOP dan pemantauan dan tindakan perbaikan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

1.6 Ruang lingkup pengelolaan laboratorium

Pembahasan ruang lingkup pengelolaan laboratorium dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah tata ruang dan infrastruktur, alat dan bahan, personel dan kompetensi, serta dokumen, data, anggaran, dan layanan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada tata ruang dan infrastruktur dan alat dan bahan. Tahap pelaksanaan mengendalikan personel dan kompetensi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai dokumen, data, anggaran, dan layanan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini

mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan tata ruang dan infrastruktur, alat dan bahan, atau personel dan kompetensi dapat mengubah kebutuhan terhadap dokumen, data, anggaran, dan layanan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

1.6.1 Fokus Operasional

- Tata ruang dan infrastruktur.
- Alat dan bahan.
- Personel dan kompetensi.
- Dokumen, data, anggaran, dan layanan.

Konsistensi ruang lingkup pengelolaan laboratorium juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai tata ruang dan infrastruktur, alat dan bahan, personel dan kompetensi, dan dokumen, data, anggaran, dan layanan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai ruang lingkup pengelolaan laboratorium sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada tata ruang dan infrastruktur dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan alat dan bahan, atau tidak adanya pemantauan personel dan kompetensi. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, dokumen, data, anggaran, dan layanan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

1.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk ruang lingkup pengelolaan laboratorium, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan tata ruang dan infrastruktur, konsistensi alat dan bahan, keterkendalian personel dan kompetensi, dan tersedianya bukti tentang dokumen, data, anggaran, dan layanan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama

kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk ruang lingkup pengelolaan laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 1.2 Matriks penerapan untuk ruang lingkup pengelolaan laboratorium

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Tata ruang dan infrastruktur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Alat dan bahan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Personel dan kompetensi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Dokumen, data, anggaran, dan layanan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

1.7 Efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu

Dalam manajemen laboratorium kimia, efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup sasaran kinerja yang terukur, penggunaan bahan yang rasional, pencegahan insiden, dan keterandalan data. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan

sasaran kinerja yang terukur tidak terlepas dari penggunaan bahan yang rasional, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pencegahan insiden dan keterandalan data benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

1.7.1 Fokus Operasional

- Sasaran kinerja yang terukur.
- Penggunaan bahan yang rasional.
- Pencegahan insiden.
- Keterandalan data.

Konsistensi efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai sasaran kinerja yang terukur, penggunaan bahan yang rasional, pencegahan insiden, dan keterandalan data harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa sasaran kinerja yang terukur sudah tersedia, tetapi penggunaan bahan yang rasional belum konsisten. Dampaknya, pencegahan insiden sulit diverifikasi dan keterandalan data sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

1.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada sasaran kinerja yang terukur dan penggunaan bahan yang rasional. Tahap pelaksanaan mengendalikan pencegahan insiden, sedangkan tahap pemeriksaan menilai keterandalan data melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

1.8 Siklus hidup kegiatan laboratorium

Pembahasan siklus hidup kegiatan laboratorium dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah perencanaan kegiatan, persiapan sumber daya, pelaksanaan dan pencatatan, serta penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, siklus hidup kegiatan laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan perencanaan kegiatan tidak terlepas dari persiapan sumber daya, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pelaksanaan dan pencatatan dan penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan perencanaan kegiatan, persiapan sumber daya, atau pelaksanaan dan pencatatan dapat mengubah kebutuhan terhadap penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi

personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

1.8.1 Fokus Operasional

- Perencanaan kegiatan.
- Persiapan sumber daya.
- Pelaksanaan dan pencatatan.
- Penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut.

Indikator kinerja untuk siklus hidup kegiatan laboratorium tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai siklus hidup kegiatan laboratorium sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada perencanaan kegiatan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan persiapan sumber daya, atau tidak adanya pemantauan pelaksanaan dan pencatatan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

1.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada perencanaan kegiatan dan persiapan sumber daya. Tahap pelaksanaan mengendalikan pelaksanaan dan pencatatan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk siklus hidup kegiatan laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 1.3 Matriks penerapan untuk siklus hidup kegiatan laboratorium

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Perencanaan kegiatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Persiapan sumber daya	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelaksanaan dan pencatatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

1.9 Tata ruang dan alur kerja

Pembahasan tata ruang dan alur kerja dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah pemisahan fungsi ruang, akses dan jalur pergerakan, ventilasi dan utilitas, serta kesiapsiagaan keadaan darurat. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk tata ruang dan alur kerja, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pemisahan fungsi ruang, konsistensi akses dan jalur pergerakan, keterkendalian ventilasi dan utilitas, dan tersedianya bukti tentang kesiapsiagaan keadaan darurat. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan pemisahan fungsi ruang, akses dan jalur pergerakan, atau ventilasi dan utilitas dapat mengubah kebutuhan terhadap kesiapsiagaan keadaan darurat. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

1.9.1 Fokus Operasional

- Pemisahan fungsi ruang.
- Akses dan jalur pergerakan.
- Ventilasi dan utilitas.
- Kesiapsiagaan keadaan darurat.

Dari perspektif mutu, tata ruang dan alur kerja harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai tata ruang dan alur kerja sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada pemisahan fungsi ruang dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan akses dan jalur pergerakan, atau tidak adanya pemantauan ventilasi dan utilitas. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, kesiapsiagaan keadaan darurat menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

1.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, tata ruang dan alur kerja sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pemisahan fungsi ruang tidak terlepas dari akses dan jalur pergerakan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa ventilasi dan utilitas dan kesiapsiagaan keadaan darurat benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk tata ruang dan alur kerja dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

1.10 Kompetensi dan disiplin personel

Secara operasional, kompetensi dan disiplin personel menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan kompetensi teknis dengan pemahaman SOP dan keselamatan, kemudian memastikan otorisasi pekerjaan dan pengembangan kompetensi berkelanjutan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, kompetensi dan disiplin personel sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan kompetensi teknis tidak terlepas dari pemahaman SOP dan keselamatan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa otorisasi pekerjaan dan pengembangan kompetensi berkelanjutan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada kompetensi dan disiplin personel sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, kompetensi teknis yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan pemahaman SOP dan keselamatan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh otorisasi pekerjaan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

1.10.1 Fokus Operasional

- Kompetensi teknis.
- Pemahaman sop dan keselamatan.
- Otorisasi pekerjaan.
- Pengembangan kompetensi berkelanjutan.

Indikator kinerja untuk kompetensi dan disiplin personel tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap kompetensi dan disiplin personel. Kelompok pertama menekankan kompetensi teknis, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada pemahaman SOP dan keselamatan. Jika tidak ada standar bersama, otorisasi pekerjaan dan pengembangan kompetensi berkelanjutan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

1.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kompetensi teknis dan pemahaman SOP dan keselamatan. Tahap pelaksanaan mengendalikan otorisasi pekerjaan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pengembangan kompetensi berkelanjutan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk kompetensi dan disiplin personel dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 1.4 Matriks penerapan untuk kompetensi dan disiplin personel

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kompetensi teknis	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pemahaman sop dan keselamatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Otorisasi pekerjaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pengembangan kompetensi berkelanjutan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

1.11 Indikator kinerja laboratorium

Pembahasan indikator kinerja laboratorium dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah ketepatan layanan, ketersediaan alat, ketertelusuran inventaris, serta temuan audit dan tindak lanjut. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk indikator kinerja laboratorium, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan ketepatan layanan, konsistensi ketersediaan alat, keterkendalian ketertelusuran inventaris, dan tersedianya bukti tentang temuan audit dan tindak lanjut. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada indikator kinerja laboratorium perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan

arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

1.11.1 Fokus Operasional

- Ketepatan layanan.
- Ketersediaan alat.
- Ketertelusuran inventaris.
- Temuan audit dan tindak lanjut.

Dari perspektif mutu, indikator kinerja laboratorium harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa ketepatan layanan sudah tersedia, tetapi ketersediaan alat belum konsisten. Dampaknya, ketertelusuran inventaris sulit diverifikasi dan temuan audit dan tindak lanjut sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

1.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada ketepatan layanan dan ketersediaan alat. Tahap pelaksanaan mengendalikan ketertelusuran inventaris, sedangkan tahap pemeriksaan menilai temuan audit dan tindak lanjut melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk indikator kinerja laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

1.12 Etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan

Dalam manajemen laboratorium kimia, etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup kejujuran pencatatan, penggunaan sumber daya bertanggung jawab, minimisasi limbah, dan budaya perbaikan berkelanjutan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kejujuran pencatatan dan penggunaan sumber daya bertanggung jawab. Tahap pelaksanaan mengendalikan minimisasi limbah, sedangkan tahap pemeriksaan menilai budaya perbaikan berkelanjutan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

1.12.1 Fokus Operasional

- Kejujuran pencatatan.
- Penggunaan sumber daya bertanggung jawab.
- Minimisasi limbah.
- Budaya perbaikan berkelanjutan.

Konsistensi etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai kejujuran pencatatan, penggunaan sumber daya bertanggung jawab, minimisasi limbah, dan budaya perbaikan berkelanjutan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa kejujuran pencatatan sudah tersedia, tetapi penggunaan sumber daya bertanggung jawab belum konsisten. Dampaknya, minimisasi limbah sulit diverifikasi dan budaya perbaikan berkelanjutan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

1.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kejujuran pencatatan, konsistensi penggunaan sumber daya bertanggung jawab, keterkendalian minimisasi limbah, dan tersedianya bukti tentang budaya perbaikan berkelanjutan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 1.5 Matriks penerapan untuk etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kejujuran pencatatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Penggunaan sumber daya bertanggung jawab	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Minimisasi limbah	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Budaya perbaikan berkelanjutan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

1.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 1.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Definisi dan karakter laboratorium kimia	Checklist atau rekaman yang menunjukkan laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah, interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Tujuan manajemen laboratorium	Checklist atau rekaman yang menunjukkan efektivitas penggunaan fasilitas, efisiensi sumber daya, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan perencanaan berbasis kebutuhan, pembagian tanggung jawab, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Ruang lingkup pengelolaan laboratorium	Checklist atau rekaman yang menunjukkan tata ruang dan infrastruktur, alat dan bahan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu	Checklist atau rekaman yang menunjukkan sasaran kinerja yang terukur, penggunaan bahan yang rasional, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

1.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 1.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Definisi dan karakter laboratorium kimia	Informasi tidak mutakhir atau laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Tujuan manajemen laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau efektivitas penggunaan fasilitas tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap efisiensi sumber daya.
Fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan	Informasi tidak mutakhir atau perencanaan berbasis kebutuhan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pembagian tanggung jawab.
Ruang lingkup pengelolaan laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau tata ruang dan infrastruktur tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap alat dan bahan.
Efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu	Informasi tidak mutakhir atau sasaran kinerja yang terukur tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap penggunaan bahan yang rasional.
Siklus hidup kegiatan laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau perencanaan kegiatan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap persiapan sumber daya.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

1.15 Ringkasan Bab

- Definisi dan karakter laboratorium kimia: laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah, interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data, fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan, dan kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi.
- Tujuan manajemen laboratorium: efektivitas penggunaan fasilitas, efisiensi sumber daya, keselamatan dan keamanan, dan mutu hasil dan keberlanjutan.
- Fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan: perencanaan berbasis kebutuhan, pembagian tanggung jawab, pelaksanaan menurut SOP, dan pemantauan dan tindakan perbaikan.
- Ruang lingkup pengelolaan laboratorium: tata ruang dan infrastruktur, alat dan bahan, personel dan kompetensi, dan dokumen, data, anggaran, dan layanan.
- Efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu: sasaran kinerja yang terukur, penggunaan bahan yang rasional, pencegahan insiden, dan keterandalan data.
- Siklus hidup kegiatan laboratorium: perencanaan kegiatan, persiapan sumber daya, pelaksanaan dan pencatatan, dan penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut.
- Tata ruang dan alur kerja: pemisahan fungsi ruang, akses dan jalur pergerakan, ventilasi dan utilitas, dan kesiapsiagaan keadaan darurat.

- Kompetensi dan disiplin personel: kompetensi teknis, pemahaman SOP dan keselamatan, otorisasi pekerjaan, dan pengembangan kompetensi berkelanjutan.
- Indikator kinerja laboratorium: ketepatan layanan, ketersediaan alat, ketertelusuran inventaris, dan temuan audit dan tindak lanjut.
- Etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan: kejujuran pencatatan, penggunaan sumber daya bertanggung jawab, minimisasi limbah, dan budaya perbaikan berkelanjutan.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

1.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 1.1. Jelaskan mengapa definisi dan karakter laboratorium kimia harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan definisi dan karakter laboratorium kimia sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah, interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data, fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan, dan kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah dan interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.2. Jelaskan mengapa tujuan manajemen laboratorium harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan tujuan manajemen laboratorium sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah efektivitas penggunaan fasilitas, efisiensi sumber daya, keselamatan dan keamanan, dan mutu hasil dan keberlanjutan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan efektivitas penggunaan fasilitas dan efisiensi sumber daya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.3. Jelaskan mengapa fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah perencanaan berbasis kebutuhan, pembagian tanggung jawab, pelaksanaan menurut SOP, dan pemantauan dan tindakan perbaikan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan perencanaan berbasis kebutuhan dan pembagian tanggung jawab. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara

mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.4. Jelaskan mengapa ruang lingkup pengelolaan laboratorium harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan ruang lingkup pengelolaan laboratorium sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah tata ruang dan infrastruktur, alat dan bahan, personel dan kompetensi, dan dokumen, data, anggaran, dan layanan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tata ruang dan infrastruktur dan alat dan bahan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.5. Jelaskan mengapa efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah sasaran kinerja yang terukur, penggunaan bahan yang rasional, pencegahan insiden, dan keterandalan data. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sasaran kinerja yang terukur dan penggunaan bahan yang rasional. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan,

personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada siklus hidup kegiatan laboratorium: sebagian pengguna menerapkan perencanaan kegiatan, tetapi pencatatan persiapan sumber daya tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan perencanaan kegiatan dan persiapan sumber daya. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pelaksanaan dan pencatatan dan penutupan, evaluasi, dan tindak lanjut menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan perencanaan kegiatan dan persiapan sumber daya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada tata ruang dan alur kerja: sebagian pengguna menerapkan pemisahan fungsi ruang, tetapi pencatatan akses dan jalur pergerakan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan pemisahan fungsi ruang dan akses dan jalur pergerakan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah ventilasi dan utilitas dan kesiapsiagaan keadaan darurat menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar

masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemisahan fungsi ruang dan akses dan jalur pergerakan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada kompetensi dan disiplin personel: sebagian pengguna menerapkan kompetensi teknis, tetapi pencatatan pemahaman SOP dan keselamatan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan kompetensi teknis dan pemahaman SOP dan keselamatan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah otorisasi pekerjaan dan pengembangan kompetensi berkelanjutan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kompetensi teknis dan pemahaman SOP dan keselamatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada indikator kinerja laboratorium: sebagian pengguna menerapkan ketepatan layanan, tetapi pencatatan ketersediaan alat tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan ketepatan layanan dan ketersediaan alat. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang

proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah ketertelusuran inventaris dan temuan audit dan tindak lanjut menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan ketepatan layanan dan ketersediaan alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan: sebagian pengguna menerapkan kejujuran pencatatan, tetapi pencatatan penggunaan sumber daya bertanggung jawab tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan kejujuran pencatatan dan penggunaan sumber daya bertanggung jawab. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah minimisasi limbah dan budaya perbaikan berkelanjutan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kejujuran pencatatan dan penggunaan sumber daya bertanggung jawab. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan definisi dan karakter laboratorium kimia. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk definisi dan karakter laboratorium kimia, kolom khusus dapat mencakup laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah, interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data, fungsi pendidikan, penelitian, dan layanan, dan kebutuhan pengelolaan yang terdokumentasi. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan laboratorium sebagai sistem kerja ilmiah dan interaksi manusia, bahan, alat, ruang, dan data. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan tujuan manajemen laboratorium. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk tujuan manajemen laboratorium, kolom khusus dapat mencakup efektivitas penggunaan fasilitas, efisiensi sumber daya, keselamatan dan keamanan, dan mutu hasil dan keberlanjutan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan efektivitas penggunaan fasilitas dan efisiensi sumber daya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara

mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan, kolom khusus dapat mencakup perencanaan berbasis kebutuhan, pembagian tanggung jawab, pelaksanaan menurut SOP, dan pemantauan dan tindakan perbaikan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan perencanaan berbasis kebutuhan dan pembagian tanggung jawab. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan ruang lingkup pengelolaan laboratorium. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk ruang lingkup pengelolaan laboratorium, kolom khusus dapat mencakup tata ruang dan infrastruktur, alat dan bahan, personel dan kompetensi, dan dokumen, data, anggaran, dan layanan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tata ruang dan infrastruktur dan alat dan bahan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu, kolom khusus dapat mencakup sasaran kinerja yang terukur, penggunaan bahan yang rasional, pencegahan insiden, dan keterandalan data. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sasaran kinerja yang terukur dan penggunaan bahan yang rasional. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk siklus hidup kegiatan laboratorium. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk siklus hidup kegiatan laboratorium, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas perencanaan kegiatan, memperbaiki persiapan sumber daya, atau memperkuat pelaksanaan dan pencatatan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan perencanaan kegiatan dan persiapan sumber daya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk tata ruang dan alur kerja. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk tata ruang dan alur kerja, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas pemisahan fungsi ruang, memperbaiki akses dan jalur pergerakan, atau memperkuat ventilasi dan utilitas. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemisahan fungsi ruang dan akses dan jalur pergerakan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk kompetensi dan disiplin personel. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk kompetensi dan disiplin personel, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas kompetensi teknis, memperbaiki pemahaman SOP dan keselamatan, atau memperkuat otorisasi pekerjaan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kompetensi teknis dan pemahaman SOP dan keselamatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk indikator kinerja laboratorium. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk indikator kinerja laboratorium, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas ketepatan layanan, memperbaiki ketersediaan alat, atau memperkuat ketertelusuran inventaris. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan ketepatan layanan dan ketersediaan alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 1.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk etika, integritas ilmiah, dan keberlanjutan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas kejujuran pencatatan, memperbaiki penggunaan sumber daya bertanggung jawab, atau memperkuat minimisasi limbah. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kejujuran pencatatan dan penggunaan sumber daya bertanggung jawab. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

1.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap definisi dan karakter laboratorium kimia pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk fungsi manajemen: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau efektivitas, efisiensi, keselamatan, dan mutu selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan tata ruang dan alur kerja dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 1, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, struktur organisasi laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan garis kewenangan yang jelas tidak terlepas dari fungsi kepala laboratorium, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa fungsi teknisi/laboran dan hubungan dengan pengguna dan unit pendukung benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada struktur organisasi laboratorium perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

2.3.1 Fokus Operasional

- Garis kewenangan yang jelas.
- Fungsi kepala laboratorium.
- Fungsi teknisi/laboran.
- Hubungan dengan pengguna dan unit pendukung.

Konsistensi struktur organisasi laboratorium juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai garis kewenangan yang jelas, fungsi kepala laboratorium, fungsi teknisi/laboran, dan hubungan dengan pengguna dan unit pendukung harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap struktur organisasi laboratorium. Kelompok pertama menekankan garis kewenangan yang jelas, sedangkan kelompok kedua lebih

fokus pada fungsi kepala laboratorium. Jika tidak ada standar bersama, fungsi teknisi/laboran dan hubungan dengan pengguna dan unit pendukung menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

2.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk struktur organisasi laboratorium, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan garis kewenangan yang jelas, konsistensi fungsi kepala laboratorium, keterkendalian fungsi teknisi/laboran, dan tersedianya bukti tentang hubungan dengan pengguna dan unit pendukung. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk struktur organisasi laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

2.4 Uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab

Secara operasional, uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan job description dengan otorisasi penggunaan alat, kemudian memastikan tanggung jawab keselamatan dan mekanisme pelaporan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan job description, konsistensi otorisasi penggunaan alat, keterkendalian tanggung jawab keselamatan, dan tersedianya bukti tentang mekanisme pelaporan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan

tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

2.4.1 Fokus Operasional

- Job description.
- Otorisasi penggunaan alat.
- Tanggung jawab keselamatan.
- Mekanisme pelaporan.

Konsistensi uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai job description, otorisasi penggunaan alat, tanggung jawab keselamatan, dan mekanisme pelaporan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada job description dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan otorisasi penggunaan alat, atau tidak adanya pemantauan tanggung jawab keselamatan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, mekanisme pelaporan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

2.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada job description

dan otorisasi penggunaan alat. Tahap pelaksanaan mengendalikan tanggung jawab keselamatan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai mekanisme pelaporan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 2.1 Matriks penerapan untuk uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Job description	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Otorisasi penggunaan alat	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tanggung jawab keselamatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Mekanisme pelaporan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

2.5 SOP sebagai pengendali proses

Secara operasional, sop sebagai pengendali proses menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan tujuan dan ruang lingkup SOP dengan langkah kerja tingkat sistem, kemudian memastikan tanggung jawab pelaksana dan persetujuan dan revisi dokumen menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk sop sebagai pengendali proses, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan tujuan dan ruang lingkup SOP, konsistensi langkah kerja tingkat sistem, keterkendalian tanggung jawab pelaksana, dan tersedianya bukti tentang persetujuan dan revisi dokumen. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada sop sebagai pengendali proses sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, tujuan dan ruang lingkup SOP yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan langkah kerja tingkat sistem yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh tanggung jawab pelaksana yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

2.5.1 Fokus Operasional

- Tujuan dan ruang lingkup sop.
- Langkah kerja tingkat sistem.
- Tanggung jawab pelaksana.
- Persetujuan dan revisi dokumen.

Konsistensi sop sebagai pengendali proses juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai tujuan dan ruang lingkup SOP, langkah kerja tingkat sistem, tanggung jawab pelaksana, dan persetujuan dan revisi dokumen harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai sop sebagai pengendali proses sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada tujuan dan ruang lingkup SOP dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan langkah kerja tingkat sistem, atau tidak adanya pemantauan tanggung jawab pelaksana. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, persetujuan dan revisi dokumen menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

2.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk sop sebagai pengendali proses, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan tujuan dan ruang lingkup SOP, konsistensi langkah kerja tingkat sistem, keterkendalian tanggung jawab pelaksana, dan tersedianya bukti tentang persetujuan dan revisi dokumen. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk sop sebagai pengendali proses dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

2.6 Pengendalian dokumen dan rekaman

Dalam manajemen laboratorium kimia, pengendalian dokumen dan rekaman perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup identitas dokumen, versi dan tanggal berlaku, distribusi terkendali, dan retensi dan kemudahan telusur rekaman. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada identitas dokumen dan versi dan tanggal berlaku. Tahap pelaksanaan mengendalikan distribusi terkendali, sedangkan tahap pemeriksaan menilai retensi dan kemudahan telusur rekaman melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada pengendalian dokumen dan rekaman perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya

mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

2.6.1 Fokus Operasional

- Identitas dokumen.
- Versi dan tanggal berlaku.
- Distribusi terkendali.
- Retensi dan kemudahan telusur rekaman.

Indikator kinerja untuk pengendalian dokumen dan rekaman tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap pengendalian dokumen dan rekaman. Kelompok pertama menekankan identitas dokumen, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada versi dan tanggal berlaku. Jika tidak ada standar bersama, distribusi terkendali dan retensi dan kemudahan telusur rekaman menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

2.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada identitas dokumen dan versi dan tanggal berlaku. Tahap pelaksanaan mengendalikan distribusi terkendali, sedangkan tahap pemeriksaan menilai retensi dan kemudahan telusur rekaman melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk pengendalian dokumen dan rekaman dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 2.2 Matriks penerapan untuk pengendalian dokumen dan rekaman

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Identitas dokumen	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Versi dan tanggal berlaku	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Distribusi terkendali	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Retensi dan kemudahan telusur rekaman	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

2.7 Administrasi layanan laboratorium

Pembahasan administrasi layanan laboratorium dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah jadwal penggunaan, permintaan layanan, peminjaman alat, serta penerimaan dan penyelesaian pekerjaan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk administrasi layanan laboratorium, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan jadwal penggunaan, konsistensi permintaan layanan, keterkendalian peminjaman alat, dan tersedianya bukti tentang penerimaan dan penyelesaian pekerjaan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks,

tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan jadwal penggunaan, permintaan layanan, atau peminjaman alat dapat mengubah kebutuhan terhadap penerimaan dan penyelesaian pekerjaan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

2.7.1 Fokus Operasional

- Jadwal penggunaan.
- Permintaan layanan.
- Peminjaman alat.
- Penerimaan dan penyelesaian pekerjaan.

Konsistensi administrasi layanan laboratorium juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai jadwal penggunaan, permintaan layanan, peminjaman alat, dan penerimaan dan penyelesaian pekerjaan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai administrasi layanan laboratorium sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada jadwal penggunaan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan permintaan layanan, atau tidak adanya pemantauan peminjaman alat. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, penerimaan dan penyelesaian pekerjaan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

2.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada jadwal penggunaan dan permintaan layanan. Tahap pelaksanaan mengendalikan peminjaman alat, sedangkan tahap pemeriksaan menilai penerimaan dan penyelesaian pekerjaan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian

digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk administrasi layanan laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

2.8 Digitalisasi pengelolaan laboratorium

Pembahasan digitalisasi pengelolaan laboratorium dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah basis data inventaris, pencatatan pemeliharaan, reservasi dan log penggunaan, serta pencadangan serta kontrol akses. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada basis data inventaris dan pencatatan pemeliharaan. Tahap pelaksanaan mengendalikan reservasi dan log penggunaan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pencadangan serta kontrol akses melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada digitalisasi pengelolaan laboratorium sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, basis data inventaris yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan pencatatan pemeliharaan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh reservasi dan log penggunaan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

2.8.1 Fokus Operasional

- Basis data inventaris.

- Pencatatan pemeliharaan.
- Reservasi dan log penggunaan.
- Pencadangan serta kontrol akses.

Dari perspektif mutu, digitalisasi pengelolaan laboratorium harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai digitalisasi pengelolaan laboratorium sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada basis data inventaris dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan pencatatan pemeliharaan, atau tidak adanya pemantauan reservasi dan log penggunaan. Tindakan korektif harus menysasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pencadangan serta kontrol akses menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

2.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada basis data inventaris dan pencatatan pemeliharaan. Tahap pelaksanaan mengendalikan reservasi dan log penggunaan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pencadangan serta kontrol akses melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk digitalisasi pengelolaan laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 2.3 Matriks penerapan untuk digitalisasi pengelolaan laboratorium

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
-------	---------	----------------	---------------

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Basis data inventaris	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pencatatan pemeliharaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Reservasi dan log penggunaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pencadangan serta kontrol akses	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

2.9 Integritas dan keamanan data

Pembahasan integritas dan keamanan data dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah hak akses berbasis peran, audit trail, pencegahan perubahan tanpa otorisasi, serta pencadangan dan pemulihan data. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada hak akses berbasis peran dan audit trail. Tahap pelaksanaan mengendalikan pencegahan perubahan tanpa otorisasi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pencadangan dan pemulihan data melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada integritas dan keamanan data sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, hak akses berbasis peran yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan audit trail yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh pencegahan perubahan tanpa

otorisasi yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

2.9.1 Fokus Operasional

- Hak akses berbasis peran.
- Audit trail.
- Pencegahan perubahan tanpa otorisasi.
- Pencadangan dan pemulihan data.

Indikator kinerja untuk integritas dan keamanan data tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai integritas dan keamanan data sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada hak akses berbasis peran dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan audit trail, atau tidak adanya pemantauan pencegahan perubahan tanpa otorisasi. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pencadangan dan pemulihan data menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

2.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, integritas dan keamanan data sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan hak akses berbasis peran tidak terlepas dari audit trail, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pencegahan perubahan tanpa otorisasi dan pencadangan dan pemulihan data benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk integritas dan keamanan data dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

2.10 Koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan

Pembahasan koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah komunikasi lintas fungsi, rapat operasional, pelaporan indikator, serta penetapan tindak lanjut. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan komunikasi lintas fungsi, konsistensi rapat operasional, keterkendalian pelaporan indikator, dan tersedianya bukti tentang penetapan tindak lanjut. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, komunikasi lintas fungsi yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan rapat operasional yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh pelaporan indikator yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

2.10.1 Fokus Operasional

- Komunikasi lintas fungsi.
- Rapat operasional.
- Pelaporan indikator.
- Penetapan tindak lanjut.

Dari perspektif mutu, koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan

penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan. Kelompok pertama menekankan komunikasi lintas fungsi, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada rapat operasional. Jika tidak ada standar bersama, pelaporan indikator dan penetapan tindak lanjut menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

2.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan komunikasi lintas fungsi, konsistensi rapat operasional, keterkendalian pelaporan indikator, dan tersedianya bukti tentang penetapan tindak lanjut. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 2.4 Matriks penerapan untuk koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Komunikasi lintas fungsi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Rapat operasional	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelaporan indikator	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Penetapan tindak lanjut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

2.11 Tata kelola berkelanjutan

Dalam manajemen laboratorium kimia, tata kelola berkelanjutan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup efisiensi energi dan bahan, pengadaan yang bertanggung jawab, pengurangan limbah, dan pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada efisiensi energi dan bahan dan pengadaan yang bertanggung jawab. Tahap pelaksanaan mengendalikan pengurangan limbah, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan efisiensi energi dan bahan, pengadaan yang bertanggung jawab, atau pengurangan limbah dapat mengubah kebutuhan terhadap pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

2.11.1 Fokus Operasional

- Efisiensi energi dan bahan.
- Pengadaan yang bertanggung jawab.
- Pengurangan limbah.
- Pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai.

Konsistensi tata kelola berkelanjutan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai efisiensi energi dan bahan, pengadaan yang bertanggung jawab, pengurangan limbah, dan pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa efisiensi energi dan bahan sudah tersedia, tetapi pengadaan yang bertanggung jawab belum konsisten. Dampaknya, pengurangan limbah sulit diverifikasi dan pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

2.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, tata kelola berkelanjutan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan efisiensi energi dan bahan tidak terlepas dari pengadaan yang bertanggung jawab, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pengurangan limbah dan pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk tata kelola berkelanjutan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

2.12 Evaluasi dan perbaikan berkelanjutan

Dalam manajemen laboratorium kimia, evaluasi dan perbaikan berkelanjutan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup audit internal, analisis ketidaksesuaian, tindakan korektif, dan pemantauan efektivitas perbaikan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, evaluasi dan perbaikan berkelanjutan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan audit internal tidak terlepas dari analisis ketidaksesuaian, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa tindakan korektif dan pemantauan efektivitas perbaikan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada evaluasi dan perbaikan berkelanjutan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, audit internal yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan analisis ketidaksesuaian yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh tindakan korektif yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

2.12.1 Fokus Operasional

- Audit internal.
- Analisis ketidaksesuaian.
- Tindakan korektif.
- Pemantauan efektivitas perbaikan.

Dari perspektif mutu, evaluasi dan perbaikan berkelanjutan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil.

Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap evaluasi dan perbaikan berkelanjutan. Kelompok pertama menekankan audit internal, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada analisis ketidaksesuaian. Jika tidak ada standar bersama, tindakan korektif dan pemantauan efektivitas perbaikan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

2.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada audit internal dan analisis ketidaksesuaian. Tahap pelaksanaan mengendalikan tindakan korektif, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pemantauan efektivitas perbaikan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk evaluasi dan perbaikan berkelanjutan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 2.5 Matriks penerapan untuk evaluasi dan perbaikan berkelanjutan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Audit internal	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Analisis ketidaksesuaian	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tindakan korektif	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pemantauan efektivitas perbaikan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

2.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 2.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Struktur organisasi laboratorium	Checklist atau rekaman yang menunjukkan garis kewenangan yang jelas, fungsi kepala laboratorium, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab	Checklist atau rekaman yang menunjukkan job description, otorisasi penggunaan alat, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
SOP sebagai pengendali proses	Checklist atau rekaman yang menunjukkan tujuan dan ruang lingkup SOP, langkah kerja tingkat sistem, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pengendalian dokumen dan rekaman	Checklist atau rekaman yang menunjukkan identitas dokumen, versi dan tanggal berlaku, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Administrasi layanan laboratorium	Checklist atau rekaman yang menunjukkan jadwal penggunaan, permintaan layanan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

2.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 2.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Struktur organisasi laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau garis kewenangan yang jelas tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap fungsi kepala laboratorium.
Uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab	Informasi tidak mutakhir atau job description tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap otorisasi penggunaan alat.
SOP sebagai pengendali proses	Informasi tidak mutakhir atau tujuan dan ruang lingkup SOP tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap langkah kerja tingkat sistem.
Pengendalian dokumen dan rekaman	Informasi tidak mutakhir atau identitas dokumen tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap versi dan tanggal berlaku.
Administrasi layanan laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau jadwal penggunaan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap permintaan layanan.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Digitalisasi pengelolaan laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau basis data inventaris tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pencatatan pemeliharaan.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

2.15 Ringkasan Bab

- Struktur organisasi laboratorium: garis kewenangan yang jelas, fungsi kepala laboratorium, fungsi teknisi/laboran, dan hubungan dengan pengguna dan unit pendukung.
- Uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab: job description, otorisasi penggunaan alat, tanggung jawab keselamatan, dan mekanisme pelaporan.
- SOP sebagai pengendali proses: tujuan dan ruang lingkup SOP, langkah kerja tingkat sistem, tanggung jawab pelaksana, dan persetujuan dan revisi dokumen.
- Pengendalian dokumen dan rekaman: identitas dokumen, versi dan tanggal berlaku, distribusi terkendali, dan retensi dan kemudahan telusur rekaman.
- Administrasi layanan laboratorium: jadwal penggunaan, permintaan layanan, peminjaman alat, dan penerimaan dan penyelesaian pekerjaan.
- Digitalisasi pengelolaan laboratorium: basis data inventaris, pencatatan pemeliharaan, reservasi dan log penggunaan, dan pencadangan serta kontrol akses.
- Integritas dan keamanan data: hak akses berbasis peran, audit trail, pencegahan perubahan tanpa otorisasi, dan pencadangan dan pemulihan data.
- Koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan: komunikasi lintas fungsi, rapat operasional, pelaporan indikator, dan penetapan tindak lanjut.
- Tata kelola berkelanjutan: efisiensi energi dan bahan, pengadaan yang bertanggung jawab, pengurangan limbah, dan pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai.
- Evaluasi dan perbaikan berkelanjutan: audit internal, analisis ketidaksesuaian, tindakan korektif, dan pemantauan efektivitas perbaikan.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

2.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 2.1. Jelaskan mengapa struktur organisasi laboratorium harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan struktur organisasi laboratorium sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah garis kewenangan yang jelas, fungsi kepala laboratorium, fungsi teknisi/laboran, dan hubungan dengan pengguna dan unit pendukung. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan garis kewenangan yang jelas dan fungsi kepala laboratorium. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.2. Jelaskan mengapa uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah job description, otorisasi penggunaan alat, tanggung jawab keselamatan, dan mekanisme pelaporan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan job description dan otorisasi penggunaan alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas

tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.3. Jelaskan mengapa sop sebagai pengendali proses harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan sop sebagai pengendali proses sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah tujuan dan ruang lingkup SOP, langkah kerja tingkat sistem, tanggung jawab pelaksana, dan persetujuan dan revisi dokumen. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tujuan dan ruang lingkup SOP dan langkah kerja tingkat sistem. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.4. Jelaskan mengapa pengendalian dokumen dan rekaman harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan pengendalian dokumen dan rekaman sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah identitas dokumen, versi dan tanggal berlaku, distribusi terkendali, dan retensi dan kemudahan telusur rekaman. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas dokumen dan versi dan tanggal berlaku. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang

berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.5. Jelaskan mengapa administrasi layanan laboratorium harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan administrasi layanan laboratorium sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah jadwal penggunaan, permintaan layanan, peminjaman alat, dan penerimaan dan penyelesaian pekerjaan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan jadwal penggunaan dan permintaan layanan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada digitalisasi pengelolaan laboratorium: sebagian pengguna menerapkan basis data inventaris, tetapi pencatatan pencatatan pemeliharaan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan basis data inventaris dan pencatatan pemeliharaan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah reservasi dan log penggunaan dan pencadangan serta kontrol akses menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan basis data inventaris dan pencatatan pemeliharaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada integritas dan keamanan data: sebagian pengguna menerapkan hak akses berbasis peran, tetapi pencatatan audit trail tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan hak akses berbasis peran dan audit trail. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pencegahan perubahan tanpa otorisasi dan pencadangan dan pemulihan data menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan hak akses berbasis peran dan audit trail. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan: sebagian pengguna menerapkan komunikasi lintas fungsi, tetapi pencatatan rapat operasional tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan komunikasi lintas fungsi dan rapat operasional. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah

pelaporan indikator dan penetapan tindak lanjut menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan komunikasi lintas fungsi dan rapat operasional. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada tata kelola berkelanjutan: sebagian pengguna menerapkan efisiensi energi dan bahan, tetapi pencatatan pengadaan yang bertanggung jawab tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan efisiensi energi dan bahan dan pengadaan yang bertanggung jawab. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pengurangan limbah dan pemeliharaan aset untuk memperpanjang umur pakai menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan efisiensi energi dan bahan dan pengadaan yang bertanggung jawab. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada evaluasi dan perbaikan berkelanjutan: sebagian pengguna menerapkan audit internal, tetapi pencatatan analisis ketidaksesuaian tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan audit internal dan analisis ketidaksesuaian. Selanjutnya, tetapkan standar minimum

yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah tindakan korektif dan pemantauan efektivitas perbaikan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan audit internal dan analisis ketidaksesuaian. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan struktur organisasi laboratorium. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk struktur organisasi laboratorium, kolom khusus dapat mencakup garis kewenangan yang jelas, fungsi kepala laboratorium, fungsi teknisi/laboran, dan hubungan dengan pengguna dan unit pendukung. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan garis kewenangan yang jelas dan fungsi kepala laboratorium. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan,

hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab, kolom khusus dapat mencakup job description, otorisasi penggunaan alat, tanggung jawab keselamatan, dan mekanisme pelaporan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan job description dan otorisasi penggunaan alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan sop sebagai pengendali proses. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk sop sebagai pengendali proses, kolom khusus dapat mencakup tujuan dan ruang lingkup SOP, langkah kerja tingkat sistem, tanggung jawab pelaksana, dan persetujuan dan revisi dokumen. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tujuan dan ruang lingkup SOP dan langkah kerja tingkat sistem. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan pengendalian dokumen dan rekaman. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk pengendalian dokumen dan rekaman, kolom khusus dapat mencakup identitas dokumen, versi dan tanggal berlaku, distribusi terkendali, dan retensi dan kemudahan telusur rekaman. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas dokumen dan versi dan tanggal berlaku. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan administrasi layanan laboratorium. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk administrasi layanan laboratorium, kolom khusus dapat mencakup jadwal penggunaan, permintaan layanan, peminjaman alat, dan penerimaan dan penyelesaian pekerjaan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan jadwal penggunaan dan permintaan layanan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk digitalisasi pengelolaan laboratorium. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk digitalisasi pengelolaan laboratorium, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas basis data inventaris, memperbaiki pencatatan pemeliharaan, atau memperkuat reservasi dan log penggunaan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan basis data inventaris dan pencatatan pemeliharaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk integritas dan keamanan data. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk integritas dan keamanan data, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas hak akses berbasis peran, memperbaiki audit trail, atau memperkuat pencegahan perubahan tanpa otorisasi. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan hak akses berbasis peran dan audit trail. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk koordinasi, komunikasi, dan rapat tinjauan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas komunikasi lintas fungsi, memperbaiki rapat operasional, atau memperkuat pelaporan indikator. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan komunikasi lintas fungsi dan rapat operasional. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk tata kelola berkelanjutan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk tata kelola berkelanjutan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas efisiensi energi dan bahan, memperbaiki pengadaan yang bertanggung jawab, atau memperkuat pengurangan limbah. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan efisiensi energi dan bahan dan pengadaan yang bertanggung jawab. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 2.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk evaluasi dan perbaikan berkelanjutan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk evaluasi dan perbaikan berkelanjutan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas audit internal, memperbaiki analisis ketidaksesuaian, atau memperkuat tindakan korektif. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan audit internal dan analisis ketidaksesuaian. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

2.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap struktur organisasi laboratorium pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk sop sebagai pengendali proses tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau administrasi layanan laboratorium selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan integritas dan keamanan data dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 2, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, perencanaan kebutuhan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan berbasis kegiatan dan kurikulum tidak terlepas dari memeriksa stok dan aset tersedia, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa prioritas kebutuhan dan rencana anggaran benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan berbasis kegiatan dan kurikulum, memeriksa stok dan aset tersedia, atau prioritas kebutuhan dapat mengubah kebutuhan terhadap rencana anggaran. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

3.3.1 Fokus Operasional

- Berbasis kegiatan dan kurikulum.
- Memeriksa stok dan aset tersedia.
- Prioritas kebutuhan.
- Rencana anggaran.

Konsistensi perencanaan kebutuhan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai berbasis kegiatan dan kurikulum, memeriksa stok dan aset tersedia, prioritas kebutuhan, dan rencana anggaran harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap perencanaan kebutuhan. Kelompok pertama menekankan berbasis kegiatan dan kurikulum, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada memeriksa stok dan aset tersedia. Jika tidak ada standar bersama, prioritas kebutuhan dan rencana anggaran menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku,

memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

3.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, perencanaan kebutuhan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan berbasis kegiatan dan kurikulum tidak terlepas dari memeriksa stok dan aset tersedia, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa prioritas kebutuhan dan rencana anggaran benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk perencanaan kebutuhan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

3.4 Penyusunan spesifikasi teknis

Pembahasan penyusunan spesifikasi teknis dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah fungsi yang dibutuhkan, kinerja minimum, kompatibilitas utilitas, serta persyaratan layanan purna jual. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk penyusunan spesifikasi teknis, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan fungsi yang dibutuhkan, konsistensi kinerja minimum, keterkendalian kompatibilitas utilitas, dan tersedianya bukti tentang persyaratan layanan purna jual. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada penyusunan spesifikasi teknis perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

3.4.1 Fokus Operasional

- Fungsi yang dibutuhkan.
- Kinerja minimum.
- Kompatibilitas utilitas.
- Persyaratan layanan purna jual.

Indikator kinerja untuk penyusunan spesifikasi teknis tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai penyusunan spesifikasi teknis sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada fungsi yang dibutuhkan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan kinerja minimum, atau tidak adanya pemantauan kompatibilitas utilitas. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, persyaratan layanan purna jual menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

3.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk penyusunan spesifikasi teknis, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan fungsi yang dibutuhkan, konsistensi kinerja minimum, keterkendalian kompatibilitas utilitas, dan tersedianya bukti tentang persyaratan layanan purna jual. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk

mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk penyusunan spesifikasi teknis dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 3.1 Matriks penerapan untuk penyusunan spesifikasi teknis

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Fungsi yang dibutuhkan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kinerja minimum	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kompatibilitas utilitas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Persyaratan layanan purna jual	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

3.5 Evaluasi pemasok dan proses pengadaan

Secara operasional, evaluasi pemasok dan proses pengadaan menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan kesesuaian spesifikasi dengan keandalan pemasok, kemudian memastikan dokumen pengadaan dan akuntabilitas keputusan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, evaluasi pemasok dan proses pengadaan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan kesesuaian spesifikasi tidak terlepas dari keandalan pemasok, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa dokumen pengadaan dan akuntabilitas keputusan benar-

benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada evaluasi pemasok dan proses pengadaan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, kesesuaian spesifikasi yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan keandalan pemasok yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh dokumen pengadaan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

3.5.1 Fokus Operasional

- Kesesuaian spesifikasi.
- Keandalan pemasok.
- Dokumen pengadaan.
- Akuntabilitas keputusan.

Dari perspektif mutu, evaluasi pemasok dan proses pengadaan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai evaluasi pemasok dan proses pengadaan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada kesesuaian spesifikasi dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan keandalan pemasok, atau tidak adanya pemantauan dokumen pengadaan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, akuntabilitas keputusan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

3.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, evaluasi pemasok dan proses pengadaan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan

kesesuaian spesifikasi tidak terlepas dari keandalan pemasok, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa dokumen pengadaan dan akuntabilitas keputusan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk evaluasi pemasok dan proses pengadaan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

3.6 Penerimaan alat dan bahan

Secara operasional, penerimaan alat dan bahan menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan pemeriksaan identitas dengan kondisi kemasan atau alat, kemudian memastikan kesesuaian jumlah dan dokumen dan pencatatan tanggal penerimaan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada pemeriksaan identitas dan kondisi kemasan atau alat. Tahap pelaksanaan mengendalikan kesesuaian jumlah dan dokumen, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pencatatan tanggal penerimaan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada penerimaan alat dan bahan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

3.6.1 Fokus Operasional

- Pemeriksaan identitas.
- Kondisi kemasan atau alat.
- Kesesuaian jumlah dan dokumen.
- Pencatatan tanggal penerimaan.

Konsistensi penerimaan alat dan bahan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai pemeriksaan identitas, kondisi kemasan atau alat, kesesuaian jumlah dan dokumen, dan pencatatan tanggal penerimaan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa pemeriksaan identitas sudah tersedia, tetapi kondisi kemasan atau alat belum konsisten. Dampaknya, kesesuaian jumlah dan dokumen sulit diverifikasi dan pencatatan tanggal penerimaan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

3.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk penerimaan alat dan bahan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pemeriksaan identitas, konsistensi kondisi kemasan atau alat, keterkendalian kesesuaian jumlah dan dokumen, dan tersedianya bukti tentang pencatatan tanggal penerimaan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk penerimaan alat dan bahan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 3.2 Matriks penerapan untuk penerimaan alat dan bahan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pemeriksaan identitas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kondisi kemasan atau alat	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kesesuaian jumlah dan dokumen	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pencatatan tanggal penerimaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

3.7 Kode inventaris dan identifikasi aset

Dalam manajemen laboratorium kimia, kode inventaris dan identifikasi aset perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup kode unik, lokasi aset, status aset, dan riwayat pemeliharaan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kode unik dan lokasi aset. Tahap pelaksanaan mengendalikan status aset, sedangkan tahap pemeriksaan menilai riwayat pemeliharaan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada kode inventaris dan identifikasi aset perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya

mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

3.7.1 Fokus Operasional

- Kode unik.
- Lokasi aset.
- Status aset.
- Riwayat pemeliharaan.

Dari perspektif mutu, kode inventaris dan identifikasi aset harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap kode inventaris dan identifikasi aset. Kelompok pertama menekankan kode unik, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada lokasi aset. Jika tidak ada standar bersama, status aset dan riwayat pemeliharaan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

3.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kode inventaris dan identifikasi aset, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kode unik, konsistensi lokasi aset, keterkendalian status aset, dan tersedianya bukti tentang riwayat pemeliharaan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk kode inventaris dan identifikasi aset dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

3.8 Register bahan kimia

Secara operasional, register bahan kimia menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan nama bahan dan identitas dengan jumlah dan satuan, kemudian memastikan lokasi penyimpanan dan status stok dan kedaluwarsa menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada nama bahan dan identitas dan jumlah dan satuan. Tahap pelaksanaan mengendalikan lokasi penyimpanan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai status stok dan kedaluwarsa melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada register bahan kimia sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, nama bahan dan identitas yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan jumlah dan satuan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh lokasi penyimpanan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

3.8.1 Fokus Operasional

- Nama bahan dan identitas.
- Jumlah dan satuan.
- Lokasi penyimpanan.
- Status stok dan kedaluwarsa.

Konsistensi register bahan kimia juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai nama bahan dan identitas, jumlah dan satuan, lokasi penyimpanan, dan status stok dan kedaluwarsa harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa nama bahan dan identitas sudah tersedia, tetapi jumlah dan satuan belum konsisten. Dampaknya, lokasi penyimpanan sulit diverifikasi dan status stok dan kedaluwarsa sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

3.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk register bahan kimia, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan nama bahan dan identitas, konsistensi jumlah dan satuan, keterkendalian lokasi penyimpanan, dan tersedianya bukti tentang status stok dan kedaluwarsa. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk register bahan kimia dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 3.3 Matriks penerapan untuk register bahan kimia

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Nama bahan dan identitas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Jumlah dan satuan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Lokasi penyimpanan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Status stok dan kedaluwarsa	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

3.9 Kartu stok dan transaksi bahan

Dalam manajemen laboratorium kimia, kartu stok dan transaksi bahan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup penerimaan, pengeluaran, saldo, dan otorisasi dan tanggal transaksi. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kartu stok dan transaksi bahan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan penerimaan, konsistensi pengeluaran, keterkendalian saldo, dan tersedianya bukti tentang otorisasi dan tanggal transaksi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan penerimaan, pengeluaran, atau saldo dapat mengubah kebutuhan terhadap otorisasi dan tanggal transaksi. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

3.9.1 Fokus Operasional

- Penerimaan.
- Pengeluaran.
- Saldo.
- Otorisasi dan tanggal transaksi.

Dari perspektif mutu, kartu stok dan transaksi bahan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai kartu stok dan transaksi bahan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada penerimaan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan pengeluaran, atau tidak adanya pemantauan saldo. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, otorisasi dan tanggal transaksi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

3.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kartu stok dan transaksi bahan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan penerimaan, konsistensi pengeluaran, keterkendalian saldo, dan tersedianya bukti tentang otorisasi dan tanggal transaksi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk kartu stok dan transaksi bahan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

3.10 Basis data inventaris

Pembahasan basis data inventaris dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah struktur data konsisten, pencarian dan filter, kontrol akses, serta pencadangan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, basis data inventaris sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan struktur data konsisten tidak terlepas dari pencarian dan filter, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa kontrol akses dan pencadangan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan struktur data konsisten, pencarian dan filter, atau kontrol akses dapat mengubah kebutuhan terhadap pencadangan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

3.10.1 Fokus Operasional

- Struktur data konsisten.
- Pencarian dan filter.
- Kontrol akses.
- Pencadangan.

Indikator kinerja untuk basis data inventaris tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap basis data inventaris. Kelompok pertama menekankan struktur data konsisten, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada pencarian dan filter. Jika tidak ada standar bersama, kontrol akses dan pencadangan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

3.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, basis data inventaris sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan struktur data konsisten tidak terlepas dari pencarian dan filter, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa kontrol akses dan pencadangan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk basis data inventaris dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 3.4 Matriks penerapan untuk basis data inventaris

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Struktur data konsisten	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pencarian dan filter	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kontrol akses	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pencadangan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

3.11 Stock opname dan rekonsiliasi

Pembahasan stock opname dan rekonsiliasi dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah verifikasi fisik, selisih stok, investigasi ketidaksesuaian, serta pembaruan data. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk stock opname dan rekonsiliasi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan verifikasi fisik, konsistensi selisih stok, keterkendalian investigasi ketidaksesuaian, dan tersedianya bukti tentang pembaruan data. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada stock opname dan rekonsiliasi sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, verifikasi fisik yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan selisih stok yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh investigasi ketidaksesuaian yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

3.11.1 Fokus Operasional

- Verifikasi fisik.
- Selisih stok.
- Investigasi ketidaksesuaian.
- Pembaruan data.

Indikator kinerja untuk stock opname dan rekonsiliasi tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa verifikasi fisik sudah tersedia, tetapi selisih stok belum konsisten. Dampaknya, investigasi ketidaksesuaian sulit diverifikasi dan pembaruan data sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

3.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, stock opname dan rekonsiliasi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan verifikasi fisik tidak terlepas dari selisih stok, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa investigasi ketidaksesuaian dan pembaruan data benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk stock opname dan rekonsiliasi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

3.12 Analitik inventaris untuk keputusan

Dalam manajemen laboratorium kimia, analitik inventaris untuk keputusan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup minimum stock, reorder point berbasis pemakaian, bahan slow-moving, dan pengurangan pembelian duplikat. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur

lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, analitik inventaris untuk keputusan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan minimum stock tidak terlepas dari reorder point berbasis pemakaian, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa bahan slow-moving dan pengurangan pembelian duplikat benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada analitik inventaris untuk keputusan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

3.12.1 Fokus Operasional

- Minimum stock.
- Reorder point berbasis pemakaian.
- Bahan slow-moving.
- Pengurangan pembelian duplikat.

Konsistensi analitik inventaris untuk keputusan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai minimum stock, reorder point berbasis pemakaian, bahan slow-moving, dan pengurangan pembelian duplikat harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa minimum stock sudah tersedia, tetapi reorder point berbasis pemakaian belum konsisten. Dampaknya, bahan slow-moving sulit diverifikasi dan pengurangan pembelian duplikat sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan

penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

3.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada minimum stock dan reorder point berbasis pemakaian. Tahap pelaksanaan mengendalikan bahan slow-moving, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pengurangan pembelian duplikat melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk analitik inventaris untuk keputusan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 3.5 Matriks penerapan untuk analitik inventaris untuk keputusan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Minimum stock	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Reorder point berbasis pemakaian	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Bahan slow-moving	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pengurangan pembelian duplikat	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

3.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 3.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Perencanaan kebutuhan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan berbasis kegiatan dan kurikulum, memeriksa stok dan aset tersedia, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Penyusunan spesifikasi teknis	Checklist atau rekaman yang menunjukkan fungsi yang dibutuhkan, kinerja minimum, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Evaluasi pemasok dan proses pengadaan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kesesuaian spesifikasi, keandalan pemasok, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Penerimaan alat dan bahan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan pemeriksaan identitas, kondisi kemasan atau alat, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kode inventaris dan identifikasi aset	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kode unik, lokasi aset, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

3.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 3.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Perencanaan kebutuhan	Informasi tidak mutakhir atau berbasis kegiatan dan kurikulum tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap memeriksa stok dan aset tersedia.
Penyusunan spesifikasi teknis	Informasi tidak mutakhir atau fungsi yang dibutuhkan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kinerja minimum.
Evaluasi pemasok dan proses pengadaan	Informasi tidak mutakhir atau kesesuaian spesifikasi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap keandalan pemasok.
Penerimaan alat dan bahan	Informasi tidak mutakhir atau pemeriksaan identitas tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kondisi kemasan atau alat.
Kode inventaris dan identifikasi aset	Informasi tidak mutakhir atau kode unik tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap lokasi aset.
Register bahan kimia	Informasi tidak mutakhir atau nama bahan dan identitas tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap jumlah dan satuan.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

3.15 Ringkasan Bab

- Perencanaan kebutuhan: berbasis kegiatan dan kurikulum, memeriksa stok dan aset tersedia, prioritas kebutuhan, dan rencana anggaran.
- Penyusunan spesifikasi teknis: fungsi yang dibutuhkan, kinerja minimum, kompatibilitas utilitas, dan persyaratan layanan purna jual.
- Evaluasi pemasok dan proses pengadaan: kesesuaian spesifikasi, keandalan pemasok, dokumen pengadaan, dan akuntabilitas keputusan.
- Penerimaan alat dan bahan: pemeriksaan identitas, kondisi kemasan atau alat, kesesuaian jumlah dan dokumen, dan pencatatan tanggal penerimaan.
- Kode inventaris dan identifikasi aset: kode unik, lokasi aset, status aset, dan riwayat pemeliharaan.
- Register bahan kimia: nama bahan dan identitas, jumlah dan satuan, lokasi penyimpanan, dan status stok dan kedaluwarsa.
- Kartu stok dan transaksi bahan: penerimaan, pengeluaran, saldo, dan otorisasi dan tanggal transaksi.
- Basis data inventaris: struktur data konsisten, pencarian dan filter, kontrol akses, dan pencadangan.
- Stock opname dan rekonsiliasi: verifikasi fisik, selisih stok, investigasi ketidaksesuaian, dan pembaruan data.
- Analitik inventaris untuk keputusan: minimum stock, reorder point berbasis pemakaian, bahan slow-moving, dan pengurangan pembelian duplikat.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

3.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 3.1. Jelaskan mengapa perencanaan kebutuhan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan perencanaan kebutuhan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah berbasis kegiatan dan kurikulum, memeriksa stok dan aset tersedia, prioritas kebutuhan, dan rencana anggaran. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan berbasis kegiatan dan kurikulum dan memeriksa stok dan aset tersedia. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.2. Jelaskan mengapa penyusunan spesifikasi teknis harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan penyusunan spesifikasi teknis sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah fungsi yang dibutuhkan, kinerja minimum, kompatibilitas utilitas, dan persyaratan layanan purna jual. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan fungsi yang dibutuhkan dan kinerja minimum. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.3. Jelaskan mengapa evaluasi pemasok dan proses pengadaan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan evaluasi pemasok dan proses pengadaan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah kesesuaian spesifikasi, keandalan pemasok, dokumen pengadaan, dan akuntabilitas keputusan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kesesuaian spesifikasi dan keandalan pemasok. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.4. Jelaskan mengapa penerimaan alat dan bahan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan penerimaan alat dan bahan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah pemeriksaan identitas, kondisi kemasan atau alat, kesesuaian jumlah dan dokumen, dan pencatatan tanggal penerimaan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemeriksaan identitas dan kondisi kemasan atau alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.5. Jelaskan mengapa kode inventaris dan identifikasi aset harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan kode inventaris dan identifikasi aset sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah kode unik, lokasi aset, status aset, dan riwayat pemeliharaan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kode unik dan lokasi aset. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada register bahan kimia: sebagian pengguna menerapkan nama bahan dan identitas, tetapi pencatatan jumlah dan satuan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan nama bahan dan identitas dan jumlah dan satuan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah lokasi penyimpanan dan status stok dan kedaluwarsa menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nama bahan dan identitas dan jumlah dan satuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada kartu stok dan transaksi bahan: sebagian pengguna menerapkan penerimaan, tetapi pencatatan pengeluaran tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan penerimaan dan pengeluaran. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah saldo dan otorisasi

dan tanggal transaksi menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan penerimaan dan pengeluaran. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada basis data inventaris: sebagian pengguna menerapkan struktur data konsisten, tetapi pencatatan pencarian dan filter tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan struktur data konsisten dan pencarian dan filter. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah kontrol akses dan pencadangan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan struktur data konsisten dan pencarian dan filter. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada stock opname dan rekonsiliasi: sebagian pengguna menerapkan verifikasi fisik, tetapi pencatatan selisih stok tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan verifikasi fisik dan selisih stok. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional.

Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah investigasi ketidaksesuaian dan pembaruan data menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan verifikasi fisik dan selisih stok. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada analitik inventaris untuk keputusan: sebagian pengguna menerapkan minimum stock, tetapi pencatatan reorder point berbasis pemakaian tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan minimum stock dan reorder point berbasis pemakaian. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah bahan slow-moving dan pengurangan pembelian duplikat menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan minimum stock dan reorder point berbasis pemakaian. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan perencanaan kebutuhan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan,

hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk perencanaan kebutuhan, kolom khusus dapat mencakup berbasis kegiatan dan kurikulum, memeriksa stok dan aset tersedia, prioritas kebutuhan, dan rencana anggaran. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan berbasis kegiatan dan kurikulum dan memeriksa stok dan aset tersedia. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan penyusunan spesifikasi teknis. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk penyusunan spesifikasi teknis, kolom khusus dapat mencakup fungsi yang dibutuhkan, kinerja minimum, kompatibilitas utilitas, dan persyaratan layanan purna jual. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan fungsi yang dibutuhkan dan kinerja minimum. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan evaluasi pemasok dan proses pengadaan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk evaluasi pemasok dan proses pengadaan, kolom khusus dapat mencakup kesesuaian spesifikasi, keandalan pemasok, dokumen pengadaan, dan akuntabilitas keputusan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kesesuaian spesifikasi dan keandalan pemasok. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan penerimaan alat dan bahan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk penerimaan alat dan bahan, kolom khusus dapat mencakup pemeriksaan identitas, kondisi kemasan atau alat, kesesuaian jumlah dan dokumen, dan pencatatan tanggal penerimaan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemeriksaan identitas dan kondisi kemasan atau alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan kode inventaris dan identifikasi aset. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk kode inventaris dan identifikasi aset, kolom khusus dapat mencakup kode unik, lokasi aset, status aset, dan riwayat pemeliharaan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kode unik dan lokasi aset. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk register bahan kimia. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk register bahan kimia, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas nama bahan dan identitas, memperbaiki jumlah dan satuan, atau memperkuat lokasi penyimpanan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nama bahan dan identitas dan jumlah dan satuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk kartu stok dan transaksi bahan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk kartu stok dan transaksi bahan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas penerimaan, memperbaiki pengeluaran, atau memperkuat saldo. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan penerimaan dan pengeluaran. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk basis data inventaris. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk basis data inventaris, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas struktur data konsisten, memperbaiki pencarian dan filter, atau memperkuat kontrol akses. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan struktur data konsisten dan pencarian dan filter. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk stock opname dan rekonsiliasi. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk stock opname dan rekonsiliasi, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas verifikasi fisik, memperbaiki selisih stok, atau memperkuat investigasi ketidaksesuaian. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan verifikasi fisik dan selisih stok. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 3.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk analitik inventaris untuk keputusan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk analitik inventaris untuk keputusan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas minimum stock, memperbaiki reorder point berbasis pemakaian, atau memperkuat bahan slow-moving. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan minimum stock dan reorder point berbasis pemakaian. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

3.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap perencanaan kebutuhan pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk evaluasi pemasok dan proses pengadaan tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau kode inventaris dan identifikasi aset selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan kartu stok dan transaksi bahan dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 3, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

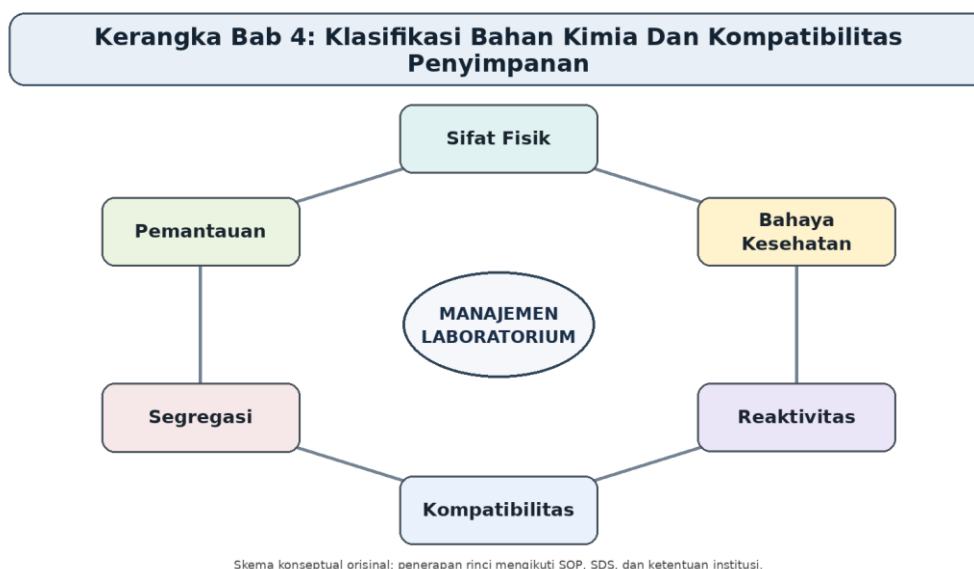
BAB 4 KLASIFIKASI BAHAN KIMIA DAN KOMPATIBILITAS PENYIMPANAN

4.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu mengklasifikasikan bahan kimia berdasarkan sifat, tingkat bahaya, dan kompatibilitas penyimpanannya.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

4.2 Peta Konsep



Gambar 4.1 Peta konsep utama Bab 4

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

4.3 Dasar klasifikasi bahan kimia

Pembahasan dasar klasifikasi bahan kimia dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah sifat fisika-kimia, bahaya kesehatan, bahaya lingkungan, serta reaktivitas. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya,

pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada sifat fisika-kimia dan bahaya kesehatan. Tahap pelaksanaan mengendalikan bahaya lingkungan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai reaktivitas melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan sifat fisika-kimia, bahaya kesehatan, atau bahaya lingkungan dapat mengubah kebutuhan terhadap reaktivitas. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

4.3.1 Fokus Operasional

- Sifat fisika-kimia.
- Bahaya kesehatan.
- Bahaya lingkungan.
- Reaktivitas.

Dari perspektif mutu, dasar klasifikasi bahan kimia harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap dasar klasifikasi bahan kimia. Kelompok pertama menekankan sifat fisika-kimia, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada bahaya kesehatan. Jika tidak ada standar bersama, bahaya lingkungan dan reaktivitas menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta

mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

4.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk dasar klasifikasi bahan kimia, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan sifat fisika-kimia, konsistensi bahaya kesehatan, keterkendalian bahaya lingkungan, dan tersedianya bukti tentang reaktivitas. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk dasar klasifikasi bahan kimia dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

4.4 Bahaya fisik bahan kimia

Pembahasan bahaya fisik bahan kimia dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah kemudahan terbakar, oksidasi, tekanan, serta reaktivitas terhadap kondisi tertentu. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk bahaya fisik bahan kimia, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kemudahan terbakar, konsistensi oksidasi, keterkendalian tekanan, dan tersedianya bukti tentang reaktivitas terhadap kondisi tertentu. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada bahaya fisik bahan kimia perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

4.4.1 Fokus Operasional

- Kemudahan terbakar.
- Oksidasi.
- Tekanan.
- Reaktivitas terhadap kondisi tertentu.

Konsistensi bahaya fisik bahan kimia juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai kemudahan terbakar, oksidasi, tekanan, dan reaktivitas terhadap kondisi tertentu harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai bahaya fisik bahan kimia sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada kemudahan terbakar dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan oksidasi, atau tidak adanya pemantauan tekanan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, reaktivitas terhadap kondisi tertentu menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

4.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kemudahan terbakar dan oksidasi. Tahap pelaksanaan mengendalikan tekanan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai reaktivitas terhadap kondisi tertentu melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk bahaya fisik bahan kimia dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 4.1 Matriks penerapan untuk bahaya fisik bahan kimia

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kemudahan terbakar	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Oksidasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tekanan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Reaktivitas terhadap kondisi tertentu	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

4.5 Bahaya kesehatan

Secara operasional, bahaya kesehatan menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan paparan akut dan kronis dengan rute paparan, kemudian memastikan iritasi atau korosivitas dan sensitisasi dan toksisitas menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada paparan akut dan kronis dan rute paparan. Tahap pelaksanaan mengendalikan iritasi atau korosivitas, sedangkan tahap pemeriksaan menilai sensitisasi dan toksisitas melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini

mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan paparan akut dan kronis, rute paparan, atau iritasi atau korosivitas dapat mengubah kebutuhan terhadap sensitisasi dan toksisitas. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

4.5.1 Fokus Operasional

- Paparan akut dan kronis.
- Rute paparan.
- Iritasi atau korosivitas.
- Sensitisasi dan toksisitas.

Konsistensi bahaya kesehatan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai paparan akut dan kronis, rute paparan, iritasi atau korosivitas, dan sensitisasi dan toksisitas harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai bahaya kesehatan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada paparan akut dan kronis dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan rute paparan, atau tidak adanya pemantauan iritasi atau korosivitas. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, sensitisasi dan toksisitas menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

4.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, bahaya kesehatan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan paparan akut dan kronis tidak terlepas dari rute paparan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa iritasi atau korosivitas dan sensitisasi dan toksisitas benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP

mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk bahaya kesehatan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

4.6 Bahaya lingkungan

Secara operasional, bahaya lingkungan menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan pelepasan ke lingkungan dengan persistensi sebagai pertimbangan, kemudian memastikan pengendalian limbah dan pencegahan pencemaran menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk bahaya lingkungan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pelepasan ke lingkungan, konsistensi persistensi sebagai pertimbangan, keterkendalian pengendalian limbah, dan tersedianya bukti tentang pencegahan pencemaran. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada bahaya lingkungan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

4.6.1 Fokus Operasional

- Pelepasan ke lingkungan.

- Persistensi sebagai pertimbangan.
- Pengendalian limbah.
- Pencegahan pencemaran.

Konsistensi bahaya lingkungan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai pelepasan ke lingkungan, persistensi sebagai pertimbangan, pengendalian limbah, dan pencegahan pencemaran harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap bahaya lingkungan. Kelompok pertama menekankan pelepasan ke lingkungan, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada persistensi sebagai pertimbangan. Jika tidak ada standar bersama, pengendalian limbah dan pencegahan pencemaran menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

4.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada pelepasan ke lingkungan dan persistensi sebagai pertimbangan. Tahap pelaksanaan mengendalikan pengendalian limbah, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pencegahan pencemaran melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk bahaya lingkungan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 4.2 Matriks penerapan untuk bahaya lingkungan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
-------	---------	----------------	---------------

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pelepasan ke lingkungan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Persistensi sebagai pertimbangan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pengendalian limbah	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pencegahan pencemaran	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

4.7 Konsep inkompatibilitas kimia

Dalam manajemen laboratorium kimia, konsep inkompatibilitas kimia perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup reaksi tidak diinginkan, pembentukan panas atau gas, pemisahan kelompok, dan verifikasi melalui SDS. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, konsep inkompatibilitas kimia sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan reaksi tidak diinginkan tidak terlepas dari pembentukan panas atau gas, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pemisahan kelompok dan verifikasi melalui SDS benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan reaksi tidak diinginkan, pembentukan panas atau gas, atau pemisahan kelompok dapat mengubah kebutuhan terhadap verifikasi melalui SDS. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan

kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

4.7.1 Fokus Operasional

- Reaksi tidak diinginkan.
- Pembentukan panas atau gas.
- Pemisahan kelompok.
- Verifikasi melalui sds.

Dari perspektif mutu, konsep inkompatibilitas kimia harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap konsep inkompatibilitas kimia. Kelompok pertama menekankan reaksi tidak diinginkan, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada pembentukan panas atau gas. Jika tidak ada standar bersama, pemisahan kelompok dan verifikasi melalui SDS menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

4.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk konsep inkompatibilitas kimia, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan reaksi tidak diinginkan, konsistensi pembentukan panas atau gas, keterkendalian pemisahan kelompok, dan tersedianya bukti tentang verifikasi melalui SDS. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk konsep inkompatibilitas kimia dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

4.8 Kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas

Dalam manajemen laboratorium kimia, kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup asam dan basa, oksidator dan bahan mudah terbakar, reaktif air, dan bahan bertekanan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada asam dan basa dan oksidator dan bahan mudah terbakar. Tahap pelaksanaan mengendalikan reaktif air, sedangkan tahap pemeriksaan menilai bahan bertekanan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, asam dan basa yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan oksidator dan bahan mudah terbakar yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh reaktif air yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

4.8.1 Fokus Operasional

- Asam dan basa.
- Oksidator dan bahan mudah terbakar.
- Reaktif air.
- Bahan bertekanan.

Dari perspektif mutu, kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas. Kelompok pertama menekankan asam dan basa, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada oksidator dan bahan mudah terbakar. Jika tidak ada standar bersama, reaktif air dan bahan bertekanan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

4.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada asam dan basa dan oksidator dan bahan mudah terbakar. Tahap pelaksanaan mengendalikan reaktif air, sedangkan tahap pemeriksaan menilai bahan bertekanan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 4.3 Matriks penerapan untuk kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Asam dan basa	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Oksidator dan bahan mudah terbakar	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Reaktif air	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Bahan bertekanan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

4.9 Segregasi dan secondary containment

Dalam manajemen laboratorium kimia, segregasi dan secondary containment perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup pemisahan fisik, wadah sekunder, rak yang sesuai, dan perlindungan dari jatuh atau bocor. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, segregasi dan secondary containment sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pemisahan fisik tidak terlepas dari wadah sekunder, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa rak yang sesuai dan perlindungan dari jatuh atau bocor benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada segregasi dan secondary containment perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan

arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

4.9.1 Fokus Operasional

- Pemisahan fisik.
- Wadah sekunder.
- Rak yang sesuai.
- Perlindungan dari jatuh atau bocor.

Konsistensi segregasi dan secondary containment juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai pemisahan fisik, wadah sekunder, rak yang sesuai, dan perlindungan dari jatuh atau bocor harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai segregasi dan secondary containment sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada pemisahan fisik dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan wadah sekunder, atau tidak adanya pemantauan rak yang sesuai. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, perlindungan dari jatuh atau bocor menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

4.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, segregasi dan secondary containment sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pemisahan fisik tidak terlepas dari wadah sekunder, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa rak yang sesuai dan perlindungan dari jatuh atau bocor benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk segregasi dan secondary containment dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

4.10 Kondisi lingkungan penyimpanan

Dalam manajemen laboratorium kimia, kondisi lingkungan penyimpanan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup ventilasi, temperatur, cahaya, dan kelembapan dan akses. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, kondisi lingkungan penyimpanan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan ventilasi tidak terlepas dari temperatur, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa cahaya dan kelembapan dan akses benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada kondisi lingkungan penyimpanan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, ventilasi yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan temperatur yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh cahaya yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

4.10.1 Fokus Operasional

- Ventilasi.
- Temperatur.
- Cahaya.
- Kelembapan dan akses.

Indikator kinerja untuk kondisi lingkungan penyimpanan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif.

Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa ventilasi sudah tersedia, tetapi temperatur belum konsisten. Dampaknya, cahaya sulit diverifikasi dan kelembapan dan akses sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

4.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada ventilasi dan temperatur. Tahap pelaksanaan mengendalikan cahaya, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kelembapan dan akses melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk kondisi lingkungan penyimpanan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 4.4 Matriks penerapan untuk kondisi lingkungan penyimpanan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Ventilasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Temperatur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Cahaya	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kelembapan dan akses	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

4.11 Matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan

Dalam manajemen laboratorium kimia, matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup kategori kompatibel, kategori perlu dipisah, catatan pengecualian, dan rujukan SDS dan kebijakan lokal. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kategori kompatibel dan kategori perlu dipisah. Tahap pelaksanaan mengendalikan catatan pengecualian, sedangkan tahap pemeriksaan menilai rujukan SDS dan kebijakan lokal melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

4.11.1 Fokus Operasional

- Kategori kompatibel.
- Kategori perlu dipisah.
- Catatan pengecualian.

- Rujukan sds dan kebijakan lokal.

Indikator kinerja untuk matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan. Kelompok pertama menekankan kategori kompatibel, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada kategori perlu dipisah. Jika tidak ada standar bersama, catatan pengecualian dan rujukan SDS dan kebijakan lokal menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

4.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kategori kompatibel dan kategori perlu dipisah. Tahap pelaksanaan mengendalikan catatan pengecualian, sedangkan tahap pemeriksaan menilai rujukan SDS dan kebijakan lokal melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

4.12 Audit penyimpanan bahan kimia

Dalam manajemen laboratorium kimia, audit penyimpanan bahan kimia perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup label terbaca, wadah utuh, lokasi sesuai, dan bahan kedaluwarsa dan tindak lanjut. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna,

efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada label terbaca dan wadah utuh. Tahap pelaksanaan mengendalikan lokasi sesuai, sedangkan tahap pemeriksaan menilai bahan kedaluwarsa dan tindak lanjut melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada audit penyimpanan bahan kimia sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, label terbaca yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan wadah utuh yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh lokasi sesuai yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

4.12.1 Fokus Operasional

- Label terbaca.
- Wadah utuh.
- Lokasi sesuai.
- Bahan kedaluwarsa dan tindak lanjut.

Dari perspektif mutu, audit penyimpanan bahan kimia harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap audit penyimpanan bahan kimia. Kelompok pertama menekankan label terbaca, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada wadah utuh. Jika tidak ada standar bersama, lokasi sesuai dan bahan kedaluwarsa dan

tindak lanjut menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

4.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk audit penyimpanan bahan kimia, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan label terbaca, konsistensi wadah utuh, keterkendalian lokasi sesuai, dan tersedianya bukti tentang bahan kedaluwarsa dan tindak lanjut. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk audit penyimpanan bahan kimia dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 4.5 Matriks penerapan untuk audit penyimpanan bahan kimia

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Label terbaca	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Wadah utuh	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Lokasi sesuai	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Bahan kedaluwarsa dan tindak lanjut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

4.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 4.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Dasar klasifikasi bahan kimia	Checklist atau rekaman yang menunjukkan sifat fisika-kimia, bahaya kesehatan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Bahaya fisik bahan kimia	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kemudahan terbakar, oksidasi, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Bahaya kesehatan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan paparan akut dan kronis, rute paparan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Bahaya lingkungan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan pelepasan ke lingkungan, persistensi sebagai pertimbangan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Konsep inkompatibilitas kimia	Checklist atau rekaman yang menunjukkan reaksi tidak diinginkan, pembentukan panas atau gas, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

4.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 4.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Dasar klasifikasi bahan kimia	Informasi tidak mutakhir atau sifat fisika-kimia tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap bahaya kesehatan.
Bahaya fisik bahan kimia	Informasi tidak mutakhir atau kemudahan terbakar tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap oksidasi.
Bahaya kesehatan	Informasi tidak mutakhir atau paparan akut dan kronis tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap rute paparan.
Bahaya lingkungan	Informasi tidak mutakhir atau pelepasan ke lingkungan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap persistensi sebagai pertimbangan.
Konsep inkompatibilitas kimia	Informasi tidak mutakhir atau reaksi tidak diinginkan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pembentukan panas atau gas.
Kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas	Informasi tidak mutakhir atau asam dan basa tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap oksidator dan bahan mudah terbakar.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala

kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

4.15 Ringkasan Bab

- Dasar klasifikasi bahan kimia: sifat fisika-kimia, bahaya kesehatan, bahaya lingkungan, dan reaktivitas.
- Bahaya fisik bahan kimia: kemudahan terbakar, oksidasi, tekanan, dan reaktivitas terhadap kondisi tertentu.
- Bahaya kesehatan: paparan akut dan kronis, rute paparan, iritasi atau korosivitas, dan sensitisasi dan toksisitas.
- Bahaya lingkungan: pelepasan ke lingkungan, persistensi sebagai pertimbangan, pengendalian limbah, dan pencegahan pencemaran.
- Konsep inkompatibilitas kimia: reaksi tidak diinginkan, pembentukan panas atau gas, pemisahan kelompok, dan verifikasi melalui SDS.
- Kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas: asam dan basa, oksidator dan bahan mudah terbakar, reaktif air, dan bahan bertekanan.
- Segregasi dan secondary containment: pemisahan fisik, wadah sekunder, rak yang sesuai, dan perlindungan dari jatuh atau bocor.
- Kondisi lingkungan penyimpanan: ventilasi, temperatur, cahaya, dan kelembapan dan akses.
- Matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan: kategori kompatibel, kategori perlu dipisah, catatan pengecualian, dan rujukan SDS dan kebijakan lokal.
- Audit penyimpanan bahan kimia: label terbaca, wadah utuh, lokasi sesuai, dan bahan kedaluwarsa dan tindak lanjut.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

4.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 4.1. Jelaskan mengapa dasar klasifikasi bahan kimia harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan dasar klasifikasi bahan kimia sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah sifat fisika-kimia, bahaya kesehatan, bahaya lingkungan, dan reaktivitas. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif

agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sifat fisika-kimia dan bahaya kesehatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.2. Jelaskan mengapa bahaya fisik bahan kimia harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan bahaya fisik bahan kimia sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah kemudahan terbakar, oksidasi, tekanan, dan reaktivitas terhadap kondisi tertentu. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kemudahan terbakar dan oksidasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.3. Jelaskan mengapa bahaya kesehatan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan bahaya kesehatan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah paparan akut dan kronis, rute paparan, iritasi atau korosivitas, dan sensitisasi dan toksisitas. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa

pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan paparan akut dan kronis dan rute paparan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.4. Jelaskan mengapa bahaya lingkungan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan bahaya lingkungan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah pelepasan ke lingkungan, persistensi sebagai pertimbangan, pengendalian limbah, dan pencegahan pencemaran. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pelepasan ke lingkungan dan persistensi sebagai pertimbangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.5. Jelaskan mengapa konsep inkompatibilitas kimia harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan konsep inkompatibilitas kimia sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah reaksi tidak diinginkan, pembentukan panas atau gas, pemisahan kelompok, dan verifikasi melalui SDS. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat

menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan reaksi tidak diinginkan dan pembentukan panas atau gas. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas: sebagian pengguna menerapkan asam dan basa, tetapi pencatatan oksidator dan bahan mudah terbakar tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan asam dan basa dan oksidator dan bahan mudah terbakar. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah reaktif air dan bahan bertekanan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan asam dan basa dan oksidator dan bahan mudah terbakar. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada segregasi dan secondary containment: sebagian pengguna menerapkan pemisahan fisik, tetapi pencatatan wadah sekunder tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan pemisahan fisik dan wadah sekunder. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya,

keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah rak yang sesuai dan perlindungan dari jatuh atau bocor menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemisahan fisik dan wadah sekunder. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada kondisi lingkungan penyimpanan: sebagian pengguna menerapkan ventilasi, tetapi pencatatan temperatur tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan ventilasi dan temperatur. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah cahaya dan kelembapan dan akses menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan ventilasi dan temperatur. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan: sebagian pengguna menerapkan kategori kompatibel, tetapi pencatatan kategori perlu dipisah tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku,

wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan kategori kompatibel dan kategori perlu dipisah. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah catatan pengecualian dan rujukan SDS dan kebijakan lokal menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kategori kompatibel dan kategori perlu dipisah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada audit penyimpanan bahan kimia: sebagian pengguna menerapkan label terbaca, tetapi pencatatan wadah utuh tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan label terbaca dan wadah utuh. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah lokasi sesuai dan bahan kedaluwarsa dan tindak lanjut menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan label terbaca dan wadah utuh. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan dasar klasifikasi bahan kimia. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk dasar klasifikasi bahan kimia, kolom khusus dapat mencakup sifat fisika-kimia, bahaya kesehatan, bahaya lingkungan, dan reaktivitas. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sifat fisika-kimia dan bahaya kesehatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan bahaya fisik bahan kimia. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk bahaya fisik bahan kimia, kolom khusus dapat mencakup kemudahan terbakar, oksidasi, tekanan, dan reaktivitas terhadap kondisi tertentu. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kemudahan terbakar dan oksidasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan bahaya kesehatan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk bahaya kesehatan, kolom khusus dapat mencakup paparan akut dan kronis, rute paparan, iritasi atau korosivitas, dan sensitisasi dan toksisitas. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan paparan akut dan kronis dan rute paparan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan bahaya lingkungan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk bahaya lingkungan, kolom khusus dapat mencakup pelepasan ke lingkungan, persistensi sebagai pertimbangan, pengendalian limbah, dan pencegahan pencemaran. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pelepasan ke lingkungan dan persistensi sebagai pertimbangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan konsep inkompatibilitas kimia. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk konsep inkompatibilitas kimia, kolom khusus dapat mencakup reaksi tidak diinginkan, pembentukan panas atau gas, pemisahan kelompok, dan verifikasi melalui SDS. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan reaksi tidak diinginkan dan pembentukan panas atau gas. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk kelompok penyimpanan berbasis kompatibilitas, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas asam dan basa, memperbaiki oksidator dan bahan mudah terbakar, atau memperkuat reaktif air. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan asam dan basa dan oksidator dan bahan mudah terbakar. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk segregasi dan secondary containment. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk segregasi dan secondary containment, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas pemisahan fisik, memperbaiki wadah sekunder, atau memperkuat rak yang sesuai. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemisahan fisik dan wadah sekunder. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk kondisi lingkungan penyimpanan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk kondisi lingkungan penyimpanan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas ventilasi, memperbaiki temperatur, atau memperkuat cahaya. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan ventilasi dan temperatur. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk matriks kompatibilitas sebagai alat keputusan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas kategori kompatibel, memperbaiki kategori perlu dipisah, atau memperkuat catatan pengecualian. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kategori kompatibel dan kategori perlu dipisah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 4.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk audit penyimpanan bahan kimia. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk audit penyimpanan bahan kimia, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas label terbaca, memperbaiki wadah utuh, atau memperkuat lokasi sesuai. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan label terbaca dan wadah utuh. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

4.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap dasar klasifikasi bahan kimia pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk bahaya kesehatan tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau konsep inkompatibilitas kimia selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan segregasi dan secondary containment dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 4, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

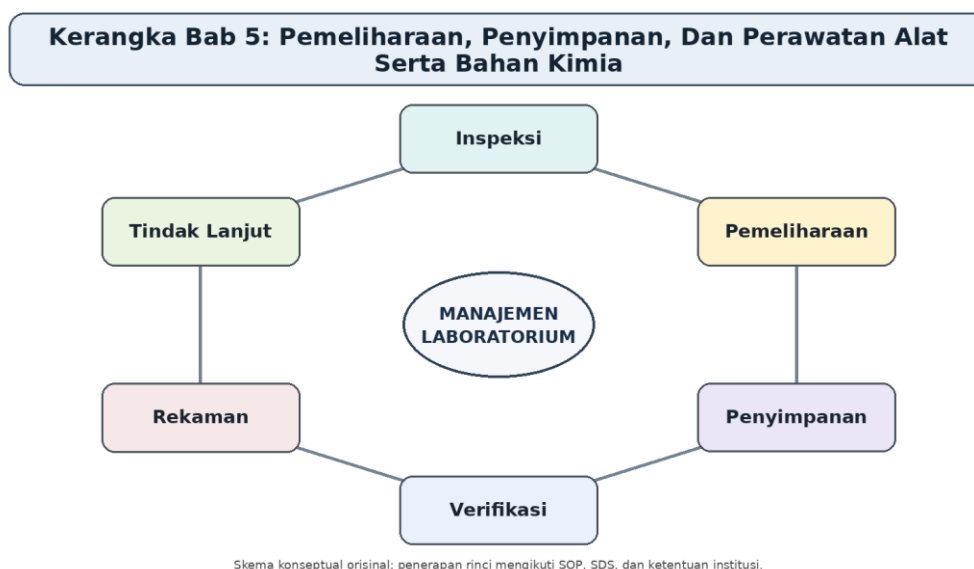
BAB 5 PEMELIHARAAN, PENYIMPANAN, DAN PERAWATAN ALAT SERTA BAHAN KIMIA

5.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu merencanakan pemeliharaan, penyimpanan, dan perawatan alat serta bahan kimia sesuai persyaratan teknis.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

5.2 Peta Konsep



Gambar 5.1 Peta konsep utama Bab 5

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

5.3 Prinsip pemeliharaan preventif

Secara operasional, prinsip pemeliharaan preventif menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan mencegah kegagalan dengan jadwal berbasis risiko dan penggunaan, kemudian memastikan pemeriksaan fungsi dan pencatatan tindakan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami

alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, prinsip pemeliharaan preventif sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan mencegah kegagalan tidak terlepas dari jadwal berbasis risiko dan penggunaan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pemeriksaan fungsi dan pencatatan tindakan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada prinsip pemeliharaan preventif sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, mencegah kegagalan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan jadwal berbasis risiko dan penggunaan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh pemeriksaan fungsi yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

5.3.1 Fokus Operasional

- Mencegah kegagalan.
- Jadwal berbasis risiko dan penggunaan.
- Pemeriksaan fungsi.
- Pencatatan tindakan.

Konsistensi prinsip pemeliharaan preventif juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai mencegah kegagalan, jadwal berbasis risiko dan penggunaan, pemeriksaan fungsi, dan pencatatan tindakan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap prinsip pemeliharaan preventif. Kelompok pertama menekankan mencegah kegagalan, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada jadwal berbasis risiko dan penggunaan. Jika tidak ada standar bersama, pemeriksaan fungsi dan pencatatan tindakan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku,

memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

5.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk prinsip pemeliharaan preventif, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan mencegah kegagalan, konsistensi jadwal berbasis risiko dan penggunaan, keterkendalian pemeriksaan fungsi, dan tersedianya bukti tentang pencatatan tindakan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk prinsip pemeliharaan preventif dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

5.4 Pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan

Dalam manajemen laboratorium kimia, pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup isolasi alat bermasalah, pelaporan kerusakan, perbaikan oleh pihak kompeten, dan verifikasi sebelum digunakan kembali. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan isolasi alat bermasalah tidak terlepas dari pelaporan kerusakan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa perbaikan oleh pihak kompeten dan verifikasi sebelum digunakan kembali benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara,

formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan isolasi alat bermasalah, pelaporan kerusakan, atau perbaikan oleh pihak kompeten dapat mengubah kebutuhan terhadap verifikasi sebelum digunakan kembali. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

5.4.1 Fokus Operasional

- Isolasi alat bermasalah.
- Pelaporan kerusakan.
- Perbaikan oleh pihak kompeten.
- Verifikasi sebelum digunakan kembali.

Dari perspektif mutu, pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada isolasi alat bermasalah dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan pelaporan kerusakan, atau tidak adanya pemantauan perbaikan oleh pihak kompeten. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, verifikasi sebelum digunakan kembali menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

5.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan isolasi alat bermasalah tidak terlepas dari pelaporan kerusakan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa perbaikan oleh pihak kompeten dan verifikasi sebelum digunakan kembali benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara

kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 5.1 Matriks penerapan untuk pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Isolasi alat bermasalah	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelaporan kerusakan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Perbaikan oleh pihak kompeten	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Verifikasi sebelum digunakan kembali	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

5.5 Perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi

Secara operasional, perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan pemeliharaan menjaga kondisi dengan verifikasi memastikan kinerja, kemudian memastikan kalibrasi membandingkan terhadap acuan dan rekaman untuk ketertelusuran menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pemeliharaan menjaga kondisi tidak terlepas dari verifikasi memastikan kinerja, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa kalibrasi membandingkan terhadap acuan dan rekaman untuk ketertelusuran benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan pemeliharaan menjaga kondisi, verifikasi memastikan kinerja, atau kalibrasi membandingkan terhadap acuan dapat mengubah kebutuhan terhadap rekaman untuk ketertelusuran. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

5.5.1 Fokus Operasional

- Pemeliharaan menjaga kondisi.
- Verifikasi memastikan kinerja.
- Kalibrasi membandingkan terhadap acuan.
- Rekaman untuk ketertelusuran.

Dari perspektif mutu, perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi. Kelompok pertama menekankan pemeliharaan menjaga kondisi, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada verifikasi memastikan kinerja. Jika tidak ada standar bersama, kalibrasi membandingkan terhadap acuan dan rekaman untuk ketertelusuran menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan

semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

5.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pemeliharaan menjaga kondisi, konsistensi verifikasi memastikan kinerja, keterkendalian kalibrasi membandingkan terhadap acuan, dan tersedianya bukti tentang rekaman untuk ketertelusuran. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

5.6 Kondisi ruang dan utilitas alat

Pembahasan kondisi ruang dan utilitas alat dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah daya listrik, ventilasi, temperatur dan kelembapan, serta stabilitas meja dan lingkungan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, kondisi ruang dan utilitas alat sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan daya listrik tidak terlepas dari ventilasi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa temperatur dan kelembapan dan stabilitas meja dan lingkungan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan daya listrik, ventilasi, atau temperatur dan kelembapan dapat mengubah kebutuhan terhadap stabilitas meja dan lingkungan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

5.6.1 Fokus Operasional

- Daya listrik.
- Ventilasi.
- Temperatur dan kelembapan.
- Stabilitas meja dan lingkungan.

Dari perspektif mutu, kondisi ruang dan utilitas alat harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa daya listrik sudah tersedia, tetapi ventilasi belum konsisten. Dampaknya, temperatur dan kelembapan sulit diverifikasi dan stabilitas meja dan lingkungan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

5.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada daya listrik dan ventilasi. Tahap pelaksanaan mengendalikan temperatur dan kelembapan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai stabilitas meja dan lingkungan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk kondisi ruang dan utilitas alat dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 5.2 Matriks penerapan untuk kondisi ruang dan utilitas alat

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Daya listrik	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Ventilasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Temperatur dan kelembapan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Stabilitas meja dan lingkungan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

5.7 Penyimpanan alat gelas dan aksesoris

Secara operasional, penyimpanan alat gelas dan aksesoris menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan kebersihan dengan perlindungan dari benturan, kemudian memastikan pengelompokan fungsi dan inspeksi sebelum pakai menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kebersihan dan perlindungan dari benturan. Tahap pelaksanaan mengendalikan pengelompokan fungsi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai inspeksi sebelum pakai melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah

laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada penyimpanan alat gelas dan aksesoris perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

5.7.1 Fokus Operasional

- Kebersihan.
- Perlindungan dari benturan.
- Pengelompokan fungsi.
- Inspeksi sebelum pakai.

Indikator kinerja untuk penyimpanan alat gelas dan aksesoris tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai penyimpanan alat gelas dan aksesoris sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada kebersihan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan perlindungan dari benturan, atau tidak adanya pemantauan pengelompokan fungsi. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, inspeksi sebelum pakai menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

5.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kebersihan dan perlindungan dari benturan. Tahap pelaksanaan mengendalikan pengelompokan fungsi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai inspeksi sebelum pakai melalui

indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk penyimpanan alat gelas dan aksesori dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

5.8 Penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas

Secara operasional, penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan segregasi kelompok dengan rak yang sesuai, kemudian memastikan akses terbatas bila diperlukan dan secondary containment menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan segregasi kelompok, konsistensi rak yang sesuai, keterkendalian akses terbatas bila diperlukan, dan tersedianya bukti tentang secondary containment. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, segregasi kelompok yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan rak yang sesuai yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh akses terbatas bila diperlukan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

5.8.1 Fokus Operasional

- Segregasi kelompok.
- Rak yang sesuai.
- Akses terbatas bila diperlukan.
- Secondary containment.

Konsistensi penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai segregasi kelompok, rak yang sesuai, akses terbatas bila diperlukan, dan secondary containment harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada segregasi kelompok dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan rak yang sesuai, atau tidak adanya pemantauan akses terbatas bila diperlukan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, secondary containment menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

5.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada segregasi kelompok dan rak yang sesuai. Tahap pelaksanaan mengendalikan akses terbatas bila diperlukan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai secondary containment melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 5.3 Matriks penerapan untuk penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Segregasi kelompok	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Rak yang sesuai	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Akses terbatas bila diperlukan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Secondary containment	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

5.9 FIFO dan FEFO

Dalam manajemen laboratorium kimia, fifo dan fefo perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup rotasi stok, tanggal penerimaan, tanggal kedaluwarsa, dan prioritas penggunaan yang aman. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk fifo dan fefo, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan rotasi stok, konsistensi tanggal penerimaan, keterkendalian tanggal kedaluwarsa, dan tersedianya bukti tentang prioritas penggunaan yang aman. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada fifo dan fefo perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi.

Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

5.9.1 Fokus Operasional

- Rotasi stok.
- Tanggal penerimaan.
- Tanggal kedaluwarsa.
- Prioritas penggunaan yang aman.

Dari perspektif mutu, fifo dan fefo harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap fifo dan fefo. Kelompok pertama menekankan rotasi stok, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada tanggal penerimaan. Jika tidak ada standar bersama, tanggal kedaluwarsa dan prioritas penggunaan yang aman menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

5.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, fifo dan fefo sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan rotasi stok tidak terlepas dari tanggal penerimaan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa tanggal kedaluwarsa dan prioritas penggunaan yang aman benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk fifo dan fefo dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

5.10 Pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai

Secara operasional, pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan identifikasi status dengan pemisahan dari stok aktif, kemudian memastikan evaluasi oleh personel berwenang dan pengelolaan limbah sesuai aturan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada identifikasi status dan pemisahan dari stok aktif. Tahap pelaksanaan mengendalikan evaluasi oleh personel berwenang, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pengelolaan limbah sesuai aturan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, identifikasi status yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan pemisahan dari stok aktif yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh evaluasi oleh personel berwenang yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

5.10.1 Fokus Operasional

- Identifikasi status.
- Pemisahan dari stok aktif.
- Evaluasi oleh personel berwenang.
- Pengelolaan limbah sesuai aturan.

Konsistensi pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai identifikasi status, pemisahan dari stok aktif, evaluasi oleh personel berwenang, dan pengelolaan limbah sesuai aturan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai. Kelompok pertama menekankan identifikasi status, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada pemisahan dari stok aktif. Jika tidak ada standar bersama, evaluasi oleh personel berwenang dan pengelolaan limbah sesuai aturan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

5.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan identifikasi status, konsistensi pemisahan dari stok aktif, keterkendalian evaluasi oleh personel berwenang, dan tersedianya bukti tentang pengelolaan limbah sesuai aturan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 5.4 Matriks penerapan untuk pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Identifikasi status	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pemisahan dari stok aktif	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Evaluasi oleh personel berwenang	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pengelolaan limbah sesuai aturan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

5.11 Jadwal dan log pemeliharaan

Dalam manajemen laboratorium kimia, jadwal dan log pemeliharaan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup identitas alat, tanggal dan tindakan, pelaksana, dan hasil dan rencana berikutnya. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk jadwal dan log pemeliharaan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan identitas alat, konsistensi tanggal dan tindakan, keterkendalian pelaksana, dan tersedianya bukti tentang hasil dan rencana berikutnya. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada jadwal dan log pemeliharaan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, identitas alat yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan tanggal dan tindakan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh pelaksana yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

5.11.1 Fokus Operasional

- Identitas alat.
- Tanggal dan tindakan.
- Pelaksana.
- Hasil dan rencana berikutnya.

Indikator kinerja untuk jadwal dan log pemeliharaan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap jadwal dan log pemeliharaan. Kelompok pertama menekankan identitas alat, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada tanggal dan tindakan. Jika tidak ada standar bersama, pelaksana dan hasil dan rencana berikutnya menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

5.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, jadwal dan log pemeliharaan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan identitas alat tidak terlepas dari tanggal dan tindakan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pelaksana dan hasil dan rencana berikutnya benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk jadwal dan log pemeliharaan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

5.12 Evaluasi efektivitas program pemeliharaan

Secara operasional, evaluasi efektivitas program pemeliharaan menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan frekuensi downtime dengan temuan berulang, kemudian memastikan biaya pemeliharaan dan keandalan dan umur pakai menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk evaluasi efektivitas program pemeliharaan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan frekuensi downtime, konsistensi temuan berulang, keterkendalian biaya pemeliharaan, dan tersedianya bukti tentang keandalan dan umur pakai. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada evaluasi efektivitas program pemeliharaan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, frekuensi downtime yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan temuan berulang yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh biaya pemeliharaan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

5.12.1 Fokus Operasional

- Frekuensi downtime.
- Temuan berulang.
- Biaya pemeliharaan.
- Keandalan dan umur pakai.

Indikator kinerja untuk evaluasi efektivitas program pemeliharaan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi

laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap evaluasi efektivitas program pemeliharaan. Kelompok pertama menekankan frekuensi downtime, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada temuan berulang. Jika tidak ada standar bersama, biaya pemeliharaan dan keandalan dan umur pakai menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

5.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, evaluasi efektivitas program pemeliharaan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan frekuensi downtime tidak terlepas dari temuan berulang, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa biaya pemeliharaan dan keandalan dan umur pakai benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk evaluasi efektivitas program pemeliharaan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 5.5 Matriks penerapan untuk evaluasi efektivitas program pemeliharaan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Frekuensi downtime	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Temuan berulang	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Biaya pemeliharaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Keandalan dan umur pakai	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

5.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 5.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Prinsip pemeliharaan preventif	Checklist atau rekaman yang menunjukkan mencegah kegagalan, jadwal berbasis risiko dan penggunaan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan isolasi alat bermasalah, pelaporan kerusakan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi	Checklist atau rekaman yang menunjukkan pemeliharaan menjaga kondisi, verifikasi memastikan kinerja, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kondisi ruang dan utilitas alat	Checklist atau rekaman yang menunjukkan daya listrik, ventilasi, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Penyimpanan alat gelas dan aksesoris	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kebersihan, perlindungan dari benturan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

5.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 5.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Prinsip pemeliharaan preventif	Informasi tidak mutakhir atau mencegah kegagalan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap jadwal berbasis risiko dan penggunaan.
Pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan	Informasi tidak mutakhir atau isolasi alat bermasalah tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pelaporan kerusakan.
Perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi	Informasi tidak mutakhir atau pemeliharaan menjaga kondisi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap verifikasi memastikan kinerja.
Kondisi ruang dan utilitas alat	Informasi tidak mutakhir atau daya listrik tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap ventilasi.
Penyimpanan alat gelas dan aksesoris	Informasi tidak mutakhir atau kebersihan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap perlindungan dari benturan.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas	Informasi tidak mutakhir atau segregasi kelompok tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap rak yang sesuai.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

5.15 Ringkasan Bab

- Prinsip pemeliharaan preventif: mencegah kegagalan, jadwal berbasis risiko dan penggunaan, pemeriksaan fungsi, dan pencatatan tindakan.
- Pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan: isolasi alat bermasalah, pelaporan kerusakan, perbaikan oleh pihak kompeten, dan verifikasi sebelum digunakan kembali.
- Perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi: pemeliharaan menjaga kondisi, verifikasi memastikan kinerja, kalibrasi membandingkan terhadap acuan, dan rekaman untuk ketertelusuran.
- Kondisi ruang dan utilitas alat: daya listrik, ventilasi, temperatur dan kelembapan, dan stabilitas meja dan lingkungan.
- Penyimpanan alat gelas dan aksesori: kebersihan, perlindungan dari benturan, pengelompokan fungsi, dan inspeksi sebelum pakai.
- Penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas: segregasi kelompok, rak yang sesuai, akses terbatas bila diperlukan, dan secondary containment.
- FIFO dan FEFO: rotasi stok, tanggal penerimaan, tanggal kedaluwarsa, dan prioritas penggunaan yang aman.
- Pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai: identifikasi status, pemisahan dari stok aktif, evaluasi oleh personel berwenang, dan pengelolaan limbah sesuai aturan.
- Jadwal dan log pemeliharaan: identitas alat, tanggal dan tindakan, pelaksana, dan hasil dan rencana berikutnya.
- Evaluasi efektivitas program pemeliharaan: frekuensi downtime, temuan berulang, biaya pemeliharaan, dan keandalan dan umur pakai.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

5.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 5.1. Jelaskan mengapa prinsip pemeliharaan preventif harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan prinsip pemeliharaan preventif sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah mencegah kegagalan, jadwal berbasis risiko dan penggunaan, pemeriksaan fungsi, dan pencatatan tindakan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mencegah kegagalan dan jadwal berbasis risiko dan penggunaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.2. Jelaskan mengapa pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah isolasi alat bermasalah, pelaporan kerusakan, perbaikan oleh pihak kompeten, dan verifikasi sebelum digunakan kembali. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan isolasi alat bermasalah dan pelaporan kerusakan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas

tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.3. Jelaskan mengapa perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah pemeliharaan menjaga kondisi, verifikasi memastikan kinerja, kalibrasi membandingkan terhadap acuan, dan rekaman untuk ketertelusuran. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemeliharaan menjaga kondisi dan verifikasi memastikan kinerja. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.4. Jelaskan mengapa kondisi ruang dan utilitas alat harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan kondisi ruang dan utilitas alat sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah daya listrik, ventilasi, temperatur dan kelembapan, dan stabilitas meja dan lingkungan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan daya listrik dan ventilasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek

keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.5. Jelaskan mengapa penyimpanan alat gelas dan aksesoris harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan penyimpanan alat gelas dan aksesoris sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah kebersihan, perlindungan dari benturan, pengelompokan fungsi, dan inspeksi sebelum pakai. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kebersihan dan perlindungan dari benturan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas: sebagian pengguna menerapkan segregasi kelompok, tetapi pencatatan rak yang sesuai tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan segregasi kelompok dan rak yang sesuai. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah akses terbatas bila diperlukan dan secondary containment menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan segregasi kelompok dan rak yang sesuai. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata,

mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada fifo dan fefo: sebagian pengguna menerapkan rotasi stok, tetapi pencatatan tanggal penerimaan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan rotasi stok dan tanggal penerimaan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah tanggal kedaluwarsa dan prioritas penggunaan yang aman menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan rotasi stok dan tanggal penerimaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai: sebagian pengguna menerapkan identifikasi status, tetapi pencatatan pemisahan dari stok aktif tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan identifikasi status dan pemisahan dari stok aktif. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah evaluasi oleh personel berwenang dan pengelolaan limbah sesuai aturan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identifikasi status dan pemisahan dari stok aktif. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada jadwal dan log pemeliharaan: sebagian pengguna menerapkan identitas alat, tetapi pencatatan tanggal dan tindakan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan identitas alat dan tanggal dan tindakan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pelaksana dan hasil dan rencana berikutnya menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas alat dan tanggal dan tindakan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada evaluasi efektivitas program pemeliharaan: sebagian pengguna menerapkan frekuensi downtime, tetapi pencatatan temuan berulang tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan frekuensi downtime dan temuan berulang. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah biaya pemeliharaan dan keandalan dan umur pakai menjadi lebih konsisten.

Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan frekuensi downtime dan temuan berulang. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan prinsip pemeliharaan preventif. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk prinsip pemeliharaan preventif, kolom khusus dapat mencakup mencegah kegagalan, jadwal berbasis risiko dan penggunaan, pemeriksaan fungsi, dan pencatatan tindakan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mencegah kegagalan dan jadwal berbasis risiko dan penggunaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk pemeliharaan korektif dan pelaporan kerusakan, kolom khusus dapat mencakup isolasi alat bermasalah, pelaporan kerusakan, perbaikan oleh pihak kompeten, dan verifikasi sebelum digunakan kembali. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan

pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan isolasi alat bermasalah dan pelaporan kerusakan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi, kolom khusus dapat mencakup pemeliharaan menjaga kondisi, verifikasi memastikan kinerja, kalibrasi membandingkan terhadap acuan, dan rekaman untuk ketertelusuran. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemeliharaan menjaga kondisi dan verifikasi memastikan kinerja. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan kondisi ruang dan utilitas alat. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk kondisi ruang dan utilitas alat, kolom khusus dapat mencakup daya listrik, ventilasi, temperatur dan kelembapan, dan stabilitas meja dan lingkungan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk

ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan daya listrik dan ventilasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan penyimpanan alat gelas dan aksesoris. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk penyimpanan alat gelas dan aksesoris, kolom khusus dapat mencakup kebersihan, perlindungan dari benturan, pengelompokan fungsi, dan inspeksi sebelum pakai. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kebersihan dan perlindungan dari benturan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk penyimpanan bahan berbasis kompatibilitas, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat

dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas segregasi kelompok, memperbaiki rak yang sesuai, atau memperkuat akses terbatas bila diperlukan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan segregasi kelompok dan rak yang sesuai. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk fifo dan fefo. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk fifo dan fefo, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas rotasi stok, memperbaiki tanggal penerimaan, atau memperkuat tanggal kedaluwarsa. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan rotasi stok dan tanggal penerimaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk pengelolaan bahan kedaluwarsa atau tidak terpakai, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak

lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas identifikasi status, memperbaiki pemisahan dari stok aktif, atau memperkuat evaluasi oleh personel berwenang. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identifikasi status dan pemisahan dari stok aktif. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk jadwal dan log pemeliharaan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk jadwal dan log pemeliharaan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas identitas alat, memperbaiki tanggal dan tindakan, atau memperkuat pelaksana. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas alat dan tanggal dan tindakan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 5.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk evaluasi efektivitas program pemeliharaan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk evaluasi efektivitas program pemeliharaan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman,

ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas frekuensi downtime, memperbaiki temuan berulang, atau memperkuat biaya pemeliharaan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan frekuensi downtime dan temuan berulang. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

5.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap prinsip pemeliharaan preventif pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk perbedaan pemeliharaan, verifikasi, dan kalibrasi tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau penyimpanan alat gelas dan aksesoris selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan fifo dan fefo dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 5, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

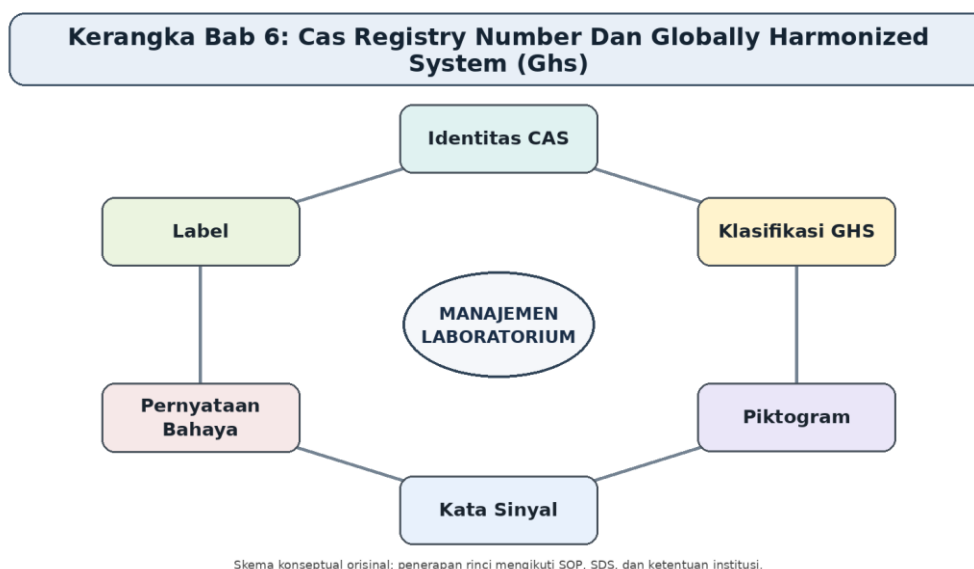
BAB 6 CAS REGISTRY NUMBER DAN GLOBALLY HARMONIZED SYSTEM (GHS)

6.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menjelaskan dan menggunakan identitas CAS serta unsur komunikasi bahaya pada GHS.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

6.2 Peta Konsep



Gambar 6.1 Peta konsep utama Bab 6

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

6.3 Identitas bahan dan CAS Registry Number

Pembahasan identitas bahan dan cas registry number dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah nomor identifikasi unik, membedakan nama dagang dan nama kimia, pencocokan dengan SDS, serta penggunaan dalam inventaris. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan

penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, identitas bahan dan cas registry number sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan nomor identifikasi unik tidak terlepas dari membedakan nama dagang dan nama kimia, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pencocokan dengan SDS dan penggunaan dalam inventaris benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada identitas bahan dan cas registry number perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

6.3.1 Fokus Operasional

- Nomor identifikasi unik.
- Membedakan nama dagang dan nama kimia.
- Pencocokan dengan sds.
- Penggunaan dalam inventaris.

Indikator kinerja untuk identitas bahan dan cas registry number tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai identitas bahan dan cas registry number sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada nomor identifikasi unik dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis,

pelatihan yang belum memadai, keterbatasan membedakan nama dagang dan nama kimia, atau tidak adanya pemantauan pencocokan dengan SDS. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, penggunaan dalam inventaris menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

6.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada nomor identifikasi unik dan membedakan nama dagang dan nama kimia. Tahap pelaksanaan mengendalikan pencocokan dengan SDS, sedangkan tahap pemeriksaan menilai penggunaan dalam inventaris melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk identitas bahan dan cas registry number dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

6.4 Tujuan dan ruang lingkup GHS

Dalam manajemen laboratorium kimia, tujuan dan ruang lingkup ghs perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup harmonisasi klasifikasi, komunikasi bahaya, label, dan Safety Data Sheet. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk tujuan dan ruang lingkup ghs, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan harmonisasi klasifikasi, konsistensi komunikasi bahaya, keterkendalian label, dan tersedianya bukti tentang Safety Data Sheet. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa

melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada tujuan dan ruang lingkup ghs perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

6.4.1 Fokus Operasional

- Harmonisasi klasifikasi.
- Komunikasi bahaya.
- Label.
- Safety data sheet.

Konsistensi tujuan dan ruang lingkup ghs juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai harmonisasi klasifikasi, komunikasi bahaya, label, dan Safety Data Sheet harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai tujuan dan ruang lingkup ghs sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada harmonisasi klasifikasi dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan komunikasi bahaya, atau tidak adanya pemantauan label. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, Safety Data Sheet menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

6.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, tujuan dan ruang lingkup ghs sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan harmonisasi klasifikasi tidak terlepas dari komunikasi bahaya, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa label dan Safety Data Sheet benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar

dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk tujuan dan ruang lingkup ghs dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 6.1 Matriks penerapan untuk tujuan dan ruang lingkup ghs

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Harmonisasi klasifikasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Komunikasi bahaya	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Label	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Safety data sheet	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

6.5 Kelas dan kategori bahaya

Secara operasional, kelas dan kategori bahaya menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan bahaya fisik dengan bahaya kesehatan, kemudian memastikan bahaya lingkungan dan kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, kelas dan kategori bahaya sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan bahaya fisik tidak terlepas dari bahaya kesehatan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa

bahaya lingkungan dan kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada kelas dan kategori bahaya sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, bahaya fisik yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan bahaya kesehatan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh bahaya lingkungan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

6.5.1 Fokus Operasional

- Bahaya fisik.
- Bahaya kesehatan.
- Bahaya lingkungan.
- Kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas.

Dari perspektif mutu, kelas dan kategori bahaya harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa bahaya fisik sudah tersedia, tetapi bahaya kesehatan belum konsisten. Dampaknya, bahaya lingkungan sulit diverifikasi dan kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

6.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada bahaya fisik dan bahaya kesehatan. Tahap pelaksanaan mengendalikan bahaya lingkungan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk kelas dan kategori bahaya dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

6.6 Piktogram bahaya

Secara operasional, piktogram bahaya menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan simbol visual dengan interpretasi bersama teks, kemudian memastikan tidak menggantikan pelatihan dan digunakan sesuai klasifikasi menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk piktogram bahaya, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan simbol visual, konsistensi interpretasi bersama teks, keterkendalian tidak menggantikan pelatihan, dan tersedianya bukti tentang digunakan sesuai klasifikasi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada piktogram bahaya perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya,

pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

6.6.1 Fokus Operasional

- Simbol visual.
- Interpretasi bersama teks.
- Tidak menggantikan pelatihan.
- Digunakan sesuai klasifikasi.

Konsistensi piktogram bahaya juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai simbol visual, interpretasi bersama teks, tidak menggantikan pelatihan, dan digunakan sesuai klasifikasi harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa simbol visual sudah tersedia, tetapi interpretasi bersama teks belum konsisten. Dampaknya, tidak menggantikan pelatihan sulit diverifikasi dan digunakan sesuai klasifikasi sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

6.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, piktogram bahaya sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan simbol visual tidak terlepas dari interpretasi bersama teks, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa tidak menggantikan pelatihan dan digunakan sesuai klasifikasi benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk piktogram bahaya dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 6.2 Matriks penerapan untuk pictogram bahaya

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Simbol visual	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Interpretasi bersama teks	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tidak menggantikan pelatihan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Digunakan sesuai klasifikasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

6.7 Kata sinyal

Secara operasional, kata sinyal menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat dengan Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah, kemudian memastikan satu kata sinyal yang paling sesuai dan konsistensi dengan klasifikasi menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kata sinyal, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat, konsistensi Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah, keterkendalian satu kata sinyal yang paling sesuai, dan tersedianya bukti tentang konsistensi dengan klasifikasi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada kata sinyal perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

6.7.1 Fokus Operasional

- Danger/bahaya untuk tingkat lebih berat.
- Warning/peringatan untuk tingkat lebih rendah.
- Satu kata sinyal yang paling sesuai.
- Konsistensi dengan klasifikasi.

Konsistensi kata sinyal juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat, Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah, satu kata sinyal yang paling sesuai, dan konsistensi dengan klasifikasi harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap kata sinyal. Kelompok pertama menekankan Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah. Jika tidak ada standar bersama, satu kata sinyal yang paling sesuai dan konsistensi dengan klasifikasi menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

6.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat dan Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah. Tahap pelaksanaan mengendalikan satu kata sinyal yang paling sesuai, sedangkan tahap pemeriksaan menilai konsistensi dengan klasifikasi melalui indikator atau

bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk kata sinyal dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

6.8 Hazard statement

Secara operasional, hazard statement menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan menjelaskan sifat bahaya dengan dikaitkan dengan kelas dan kategori, kemudian memastikan teks tidak diganti hanya dengan kode dan dibaca bersama elemen label lain menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada menjelaskan sifat bahaya dan dikaitkan dengan kelas dan kategori. Tahap pelaksanaan mengendalikan teks tidak diganti hanya dengan kode, sedangkan tahap pemeriksaan menilai dibaca bersama elemen label lain melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada hazard statement sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, menjelaskan sifat bahaya yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan dikaitkan dengan kelas dan kategori yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh teks tidak diganti hanya dengan kode yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

6.8.1 Fokus Operasional

- Menjelaskan sifat bahaya.

- Dikaitkan dengan kelas dan kategori.
- Teks tidak diganti hanya dengan kode.
- Dibaca bersama elemen label lain.

Konsistensi hazard statement juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai menjelaskan sifat bahaya, dikaitkan dengan kelas dan kategori, teks tidak diganti hanya dengan kode, dan dibaca bersama elemen label lain harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap hazard statement. Kelompok pertama menekankan menjelaskan sifat bahaya, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada dikaitkan dengan kelas dan kategori. Jika tidak ada standar bersama, teks tidak diganti hanya dengan kode dan dibaca bersama elemen label lain menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

6.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk hazard statement, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan menjelaskan sifat bahaya, konsistensi dikaitkan dengan kelas dan kategori, keterkendalian teks tidak diganti hanya dengan kode, dan tersedianya bukti tentang dibaca bersama elemen label lain. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk hazard statement dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 6.3 Matriks penerapan untuk hazard statement

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
-------	---------	----------------	---------------

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Menjelaskan sifat bahaya	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Dikaitkan dengan kelas dan kategori	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Teks tidak diganti hanya dengan kode	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Dibaca bersama elemen label lain	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

6.9 Precautionary statement

Dalam manajemen laboratorium kimia, precautionary statement perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup pencegahan, respons, penyimpanan, dan pembuangan dan tindakan umum. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk precautionary statement, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pencegahan, konsistensi respons, keterkendalian penyimpanan, dan tersedianya bukti tentang pembuangan dan tindakan umum. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada precautionary statement sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, pencegahan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan respons yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh penyimpanan yang tidak diverifikasi. Karena itu,

pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

6.9.1 Fokus Operasional

- Pencegahan.
- Respons.
- Penyimpanan.
- Pembuangan dan tindakan umum.

Konsistensi precautionary statement juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai pencegahan, respons, penyimpanan, dan pembuangan dan tindakan umum harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap precautionary statement. Kelompok pertama menekankan pencegahan, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada respons. Jika tidak ada standar bersama, penyimpanan dan pembuangan dan tindakan umum menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

6.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk precautionary statement, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pencegahan, konsistensi respons, keterkendalian penyimpanan, dan tersedianya bukti tentang pembuangan dan tindakan umum. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk precautionary statement dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi

sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

6.10 Product identifier dan identitas pemasok

Pembahasan product identifier dan identitas pemasok dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah identitas produk, kesesuaian dengan SDS, informasi pemasok, serta kemudahan penelusuran. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada identitas produk dan kesesuaian dengan SDS. Tahap pelaksanaan mengendalikan informasi pemasok, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kemudahan penelusuran melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada product identifier dan identitas pemasok perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

6.10.1 Fokus Operasional

- Identitas produk.
- Kesesuaian dengan sds.
- Informasi pemasok.
- Kemudahan penelusuran.

Dari perspektif mutu, product identifier dan identitas pemasok harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai product identifier dan identitas pemasok sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada identitas produk dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan kesesuaian dengan SDS, atau tidak adanya pemantauan informasi pemasok. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, kemudahan penelusuran menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

6.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk product identifier dan identitas pemasok, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan identitas produk, konsistensi kesesuaian dengan SDS, keterkendalian informasi pemasok, dan tersedianya bukti tentang kemudahan penelusuran. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk product identifier dan identitas pemasok dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 6.4 Matriks penerapan untuk product identifier dan identitas pemasok

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Identitas produk	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kesesuaian dengan sds	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Informasi pemasok	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kemudahan penelusuran	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

6.11 Desain label bahan kimia

Dalam manajemen laboratorium kimia, desain label bahan kimia perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup keterbacaan, elemen wajib, konsistensi identitas, dan penempatan pada wadah yang sesuai. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, desain label bahan kimia sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan keterbacaan tidak terlepas dari elemen wajib, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa konsistensi identitas dan penempatan pada wadah yang sesuai benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan keterbacaan, elemen wajib, atau konsistensi identitas dapat mengubah kebutuhan terhadap penempatan pada wadah yang sesuai. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

6.11.1 Fokus Operasional

- Keterbacaan.
- Elemen wajib.
- Konsistensi identitas.
- Penempatan pada wadah yang sesuai.

Indikator kinerja untuk desain label bahan kimia tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap desain label bahan kimia. Kelompok pertama menekankan keterbacaan, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada elemen wajib. Jika tidak ada standar bersama, konsistensi identitas dan penempatan pada wadah yang sesuai menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

6.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk desain label bahan kimia, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan keterbacaan, konsistensi elemen wajib, keterkendalian konsistensi identitas, dan tersedianya bukti tentang penempatan pada wadah yang sesuai. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk desain label bahan kimia dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

6.12 Audit komunikasi bahaya

Dalam manajemen laboratorium kimia, audit komunikasi bahaya perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup label utuh, elemen konsisten, SDS tersedia, dan personel memahami makna informasi. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, audit komunikasi bahaya sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan label utuh tidak terlepas dari elemen konsisten, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa SDS tersedia dan personel memahami makna informasi benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada audit komunikasi bahaya perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

6.12.1 Fokus Operasional

- Label utuh.
- Elemen konsisten.
- Sds tersedia.
- Personel memahami makna informasi.

Indikator kinerja untuk audit komunikasi bahaya tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu

indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap audit komunikasi bahaya. Kelompok pertama menekankan label utuh, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada elemen konsisten. Jika tidak ada standar bersama, SDS tersedia dan personel memahami makna informasi menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

6.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk audit komunikasi bahaya, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan label utuh, konsistensi elemen konsisten, keterkendalian SDS tersedia, dan tersedianya bukti tentang personel memahami makna informasi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk audit komunikasi bahaya dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 6.5 Matriks penerapan untuk audit komunikasi bahaya

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Label utuh	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Elemen konsisten	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Sds tersedia	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Personel memahami makna informasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

6.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 6.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Identitas bahan dan CAS Registry Number	Checklist atau rekaman yang menunjukkan nomor identifikasi unik, membedakan nama dagang dan nama kimia, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Tujuan dan ruang lingkup GHS	Checklist atau rekaman yang menunjukkan harmonisasi klasifikasi, komunikasi bahaya, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kelas dan kategori bahaya	Checklist atau rekaman yang menunjukkan bahaya fisik, bahaya kesehatan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Piktogram bahaya	Checklist atau rekaman yang menunjukkan simbol visual, interpretasi bersama teks, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kata sinyal	Checklist atau rekaman yang menunjukkan Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat, Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

6.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 6.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Identitas bahan dan CAS Registry Number	Informasi tidak mutakhir atau nomor identifikasi unik tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap membedakan nama dagang dan nama kimia.
Tujuan dan ruang lingkup GHS	Informasi tidak mutakhir atau harmonisasi klasifikasi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap komunikasi bahaya.
Kelas dan kategori bahaya	Informasi tidak mutakhir atau bahaya fisik tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap bahaya kesehatan.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Piktogram bahaya	Informasi tidak mutakhir atau simbol visual tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap interpretasi bersama teks.
Kata sinyal	Informasi tidak mutakhir atau Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah.
Hazard statement	Informasi tidak mutakhir atau menjelaskan sifat bahaya tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap dikaitkan dengan kelas dan kategori.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

6.15 Ringkasan Bab

- Identitas bahan dan CAS Registry Number: nomor identifikasi unik, membedakan nama dagang dan nama kimia, pencocokan dengan SDS, dan penggunaan dalam inventaris.
- Tujuan dan ruang lingkup GHS: harmonisasi klasifikasi, komunikasi bahaya, label, dan Safety Data Sheet.
- Kelas dan kategori bahaya: bahaya fisik, bahaya kesehatan, bahaya lingkungan, dan kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas.
- Piktogram bahaya: simbol visual, interpretasi bersama teks, tidak menggantikan pelatihan, dan digunakan sesuai klasifikasi.
- Kata sinyal: Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat, Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah, satu kata sinyal yang paling sesuai, dan konsistensi dengan klasifikasi.
- Hazard statement: menjelaskan sifat bahaya, dikaitkan dengan kelas dan kategori, teks tidak diganti hanya dengan kode, dan dibaca bersama elemen label lain.
- Precautionary statement: pencegahan, respons, penyimpanan, dan pembuangan dan tindakan umum.
- Product identifier dan identitas pemasok: identitas produk, kesesuaian dengan SDS, informasi pemasok, dan kemudahan penelusuran.
- Desain label bahan kimia: keterbacaan, elemen wajib, konsistensi identitas, dan penempatan pada wadah yang sesuai.
- Audit komunikasi bahaya: label utuh, elemen konsisten, SDS tersedia, dan personel memahami makna informasi.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut.

Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

6.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 6.1. Jelaskan mengapa identitas bahan dan cas registry number harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan identitas bahan dan cas registry number sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah nomor identifikasi unik, membedakan nama dagang dan nama kimia, pencocokan dengan SDS, dan penggunaan dalam inventaris. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nomor identifikasi unik dan membedakan nama dagang dan nama kimia. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.2. Jelaskan mengapa tujuan dan ruang lingkup ghs harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan tujuan dan ruang lingkup ghs sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah harmonisasi klasifikasi, komunikasi bahaya, label, dan Safety Data Sheet. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan harmonisasi klasifikasi dan komunikasi bahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium

nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.3. Jelaskan mengapa kelas dan kategori bahaya harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan kelas dan kategori bahaya sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah bahaya fisik, bahaya kesehatan, bahaya lingkungan, dan kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antareleman: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan bahaya fisik dan bahaya kesehatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.4. Jelaskan mengapa pictogram bahaya harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan pictogram bahaya sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah simbol visual, interpretasi bersama teks, tidak menggantikan pelatihan, dan digunakan sesuai klasifikasi. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antareleman: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan simbol visual dan interpretasi bersama teks. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang

berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.5. Jelaskan mengapa kata sinyal harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan kata sinyal sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat, Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah, satu kata sinyal yang paling sesuai, dan konsistensi dengan klasifikasi. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antareleman: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat dan Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada hazard statement: sebagian pengguna menerapkan menjelaskan sifat bahaya, tetapi pencatatan dikaitkan dengan kelas dan kategori tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan menjelaskan sifat bahaya dan dikaitkan dengan kelas dan kategori. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah teks tidak diganti hanya dengan kode dan dibaca bersama elemen label lain menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan menjelaskan sifat bahaya dan dikaitkan dengan kelas dan kategori. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada precautionary statement: sebagian pengguna menerapkan pencegahan, tetapi pencatatan respons tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan pencegahan dan respons. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah penyimpanan dan pembuangan dan tindakan umum menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pencegahan dan respons. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada product identifier dan identitas pemasok: sebagian pengguna menerapkan identitas produk, tetapi pencatatan kesesuaian dengan SDS tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan identitas produk dan kesesuaian dengan SDS. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah informasi pemasok dan kemudahan penelusuran menjadi lebih konsisten. Temuan

berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas produk dan kesesuaian dengan SDS. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada desain label bahan kimia: sebagian pengguna menerapkan keterbacaan, tetapi pencatatan elemen wajib tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan keterbacaan dan elemen wajib. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah konsistensi identitas dan penempatan pada wadah yang sesuai menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan keterbacaan dan elemen wajib. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada audit komunikasi bahaya: sebagian pengguna menerapkan label utuh, tetapi pencatatan elemen konsisten tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan label utuh dan elemen konsisten. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur

disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah SDS tersedia dan personel memahami makna informasi menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan label utuh dan elemen konsisten. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan identitas bahan dan cas registry number. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk identitas bahan dan cas registry number, kolom khusus dapat mencakup nomor identifikasi unik, membedakan nama dagang dan nama kimia, pencocokan dengan SDS, dan penggunaan dalam inventaris. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nomor identifikasi unik dan membedakan nama dagang dan nama kimia. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan tujuan dan ruang lingkup ghs. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk tujuan dan ruang lingkup ghs, kolom khusus dapat mencakup harmonisasi klasifikasi, komunikasi bahaya, label, dan Safety Data Sheet. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria

mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan harmonisasi klasifikasi dan komunikasi bahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan kelas dan kategori bahaya. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk kelas dan kategori bahaya, kolom khusus dapat mencakup bahaya fisik, bahaya kesehatan, bahaya lingkungan, dan kategori menyatakan tingkat bahaya dalam kelas. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan bahaya fisik dan bahaya kesehatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan piktogram bahaya. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk piktogram bahaya, kolom khusus dapat mencakup simbol visual, interpretasi bersama teks, tidak menggantikan pelatihan,

dan digunakan sesuai klasifikasi. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan simbol visual dan interpretasi bersama teks. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan kata sinyal. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk kata sinyal, kolom khusus dapat mencakup Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat, Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah, satu kata sinyal yang paling sesuai, dan konsistensi dengan klasifikasi. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan Danger/Bahaya untuk tingkat lebih berat dan Warning/Peringatan untuk tingkat lebih rendah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk hazard statement. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk hazard statement, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan,

jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas menjelaskan sifat bahaya, memperbaiki dikaitkan dengan kelas dan kategori, atau memperkuat teks tidak diganti hanya dengan kode. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan menjelaskan sifat bahaya dan dikaitkan dengan kelas dan kategori. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk precautionary statement. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk precautionary statement, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas pencegahan, memperbaiki respons, atau memperkuat penyimpanan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pencegahan dan respons. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk product identifier dan identitas pemasok. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk product identifier dan identitas pemasok, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman,

ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas identitas produk, memperbaiki kesesuaian dengan SDS, atau memperkuat informasi pemasok. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas produk dan kesesuaian dengan SDS. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk desain label bahan kimia. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk desain label bahan kimia, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas keterbacaan, memperbaiki elemen wajib, atau memperkuat konsistensi identitas. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan keterbacaan dan elemen wajib. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 6.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk audit komunikasi bahaya. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk audit komunikasi bahaya, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas label utuh, memperbaiki elemen konsisten, atau memperkuat SDS tersedia. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan label utuh dan elemen konsisten. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

6.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap identitas bahan dan cas registry number pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk kelas dan kategori bahaya tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau kata sinyal selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan precautionary statement dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 6, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

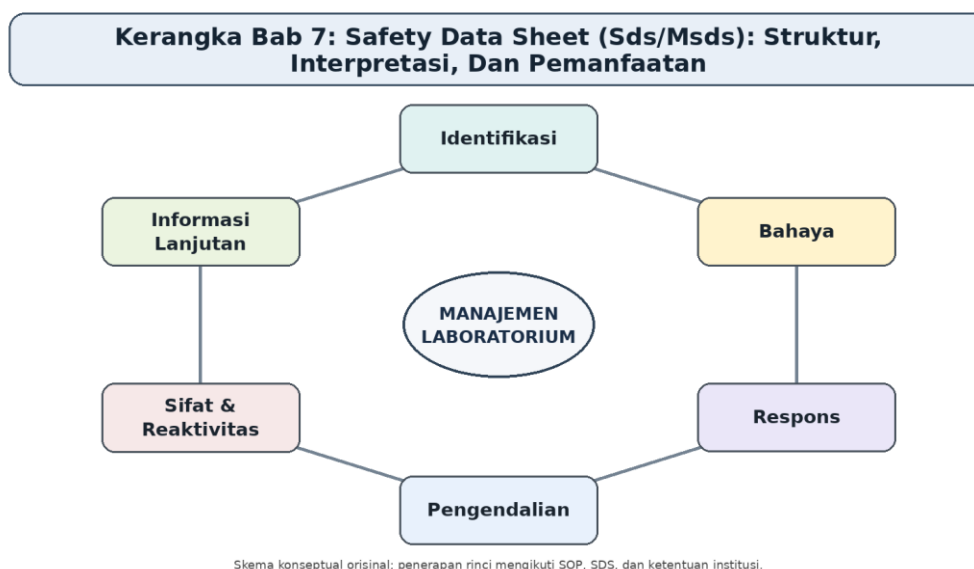
BAB 7 SAFETY DATA SHEET (SDS/MSDS): STRUKTUR, INTERPRETASI, DAN PEMANFAATAN

7.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menelusuri, membaca, menafsirkan, dan memanfaatkan SDS/MSDS bahan kimia secara tepat.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

7.2 Peta Konsep



Gambar 7.1 Peta konsep utama Bab 7

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

7.3 Fungsi SDS dalam sistem keselamatan

Pembahasan fungsi sds dalam sistem keselamatan dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah sumber informasi bahaya, dasar perencanaan pengendalian, dukungan tanggap darurat, serta dokumen yang harus mudah diakses. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi,

kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada sumber informasi bahaya dan dasar perencanaan pengendalian. Tahap pelaksanaan mengendalikan dukungan tanggap darurat, sedangkan tahap pemeriksaan menilai dokumen yang harus mudah diakses melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada fungsi sds dalam sistem keselamatan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, sumber informasi bahaya yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan dasar perencanaan pengendalian yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh dukungan tanggap darurat yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

7.3.1 Fokus Operasional

- Sumber informasi bahaya.
- Dasar perencanaan pengendalian.
- Dukungan tanggap darurat.
- Dokumen yang harus mudah diakses.

Indikator kinerja untuk fungsi sds dalam sistem keselamatan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa sumber informasi bahaya sudah tersedia, tetapi dasar perencanaan pengendalian belum konsisten. Dampaknya, dukungan tanggap darurat sulit diverifikasi dan dokumen yang harus mudah diakses sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur

kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

7.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, fungsi sds dalam sistem keselamatan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan sumber informasi bahaya tidak terlepas dari dasar perencanaan pengendalian, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa dukungan tanggap darurat dan dokumen yang harus mudah diakses benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk fungsi sds dalam sistem keselamatan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

7.4 Struktur 16 bagian SDS

Pembahasan struktur 16 bagian sds dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah urutan informasi standar, identifikasi hingga informasi lain, konsistensi format, serta membaca sesuai tujuan pekerjaan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, struktur 16 bagian sds sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan urutan informasi standar tidak terlepas dari identifikasi hingga informasi lain, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa konsistensi format dan membaca sesuai tujuan pekerjaan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada struktur 16 bagian sds sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, urutan informasi standar yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan identifikasi hingga informasi lain yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh konsistensi format yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

7.4.1 Fokus Operasional

- Urutan informasi standar.
- Identifikasi hingga informasi lain.
- Konsistensi format.
- Membaca sesuai tujuan pekerjaan.

Indikator kinerja untuk struktur 16 bagian sds tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa urutan informasi standar sudah tersedia, tetapi identifikasi hingga informasi lain belum konsisten. Dampaknya, konsistensi format sulit diverifikasi dan membaca sesuai tujuan pekerjaan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

7.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada urutan informasi standar dan identifikasi hingga informasi lain. Tahap pelaksanaan mengendalikan konsistensi format, sedangkan tahap pemeriksaan menilai membaca sesuai tujuan pekerjaan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk struktur 16 bagian sds dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 7.1 Matriks penerapan untuk struktur 16 bagian sds

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Urutan informasi standar	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Identifikasi hingga informasi lain	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Konsistensi format	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Membaca sesuai tujuan pekerjaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

7.5 Bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi

Pembahasan bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah identitas produk, klasifikasi bahaya, komponen penting, serta pencocokan dengan label. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan identitas produk tidak terlepas dari klasifikasi bahaya, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa komponen penting dan pencocokan dengan label benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan

menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

7.5.1 Fokus Operasional

- Identitas produk.
- Klasifikasi bahaya.
- Komponen penting.
- Pencocokan dengan label.

Indikator kinerja untuk bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa identitas produk sudah tersedia, tetapi klasifikasi bahaya belum konsisten. Dampaknya, komponen penting sulit diverifikasi dan pencocokan dengan label sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

7.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan identitas produk tidak terlepas dari klasifikasi bahaya, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa komponen penting dan pencocokan dengan label benar-

benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

7.6 Bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja

Dalam manajemen laboratorium kimia, bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup informasi respons, batas kewenangan personel, rujukan layanan darurat, dan pengendalian area secara aman. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada informasi respons dan batas kewenangan personel. Tahap pelaksanaan mengendalikan rujukan layanan darurat, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pengendalian area secara aman melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, informasi respons yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan batas kewenangan personel yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh rujukan layanan darurat yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

7.6.1 Fokus Operasional

- Informasi respons.
- Batas kewenangan personel.
- Rujukan layanan darurat.
- Pengendalian area secara aman.

Dari perspektif mutu, bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada informasi respons dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan batas kewenangan personel, atau tidak adanya pemantauan rujukan layanan darurat. Tindakan korektif harus menyoroti penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pengendalian area secara aman menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

7.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan informasi respons tidak terlepas dari batas kewenangan personel, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa rujukan layanan darurat dan pengendalian area secara aman benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 7.2 Matriks penerapan untuk bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Informasi respons	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Batas kewenangan personel	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Rujukan layanan darurat	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pengendalian area secara aman	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

7.7 Bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan

Dalam manajemen laboratorium kimia, bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup kondisi penyimpanan, kontrol teknik, APD, dan batas paparan bila tersedia. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan kondisi penyimpanan tidak terlepas dari kontrol teknik, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa APD dan batas paparan bila tersedia benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

7.7.1 Fokus Operasional

- Kondisi penyimpanan.
- Kontrol teknik.
- Apd.
- Batas paparan bila tersedia.

Konsistensi bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai kondisi penyimpanan, kontrol teknik, APD, dan batas paparan bila tersedia harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa kondisi penyimpanan sudah tersedia, tetapi kontrol teknik belum konsisten. Dampaknya, APD sulit diverifikasi dan batas paparan bila tersedia sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

7.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan kondisi penyimpanan tidak terlepas dari kontrol teknik, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa APD dan batas paparan bila tersedia benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi.

Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

7.8 Bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi

Dalam manajemen laboratorium kimia, bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup sifat fisika-kimia, kondisi yang harus dihindari, reaktivitas, dan informasi efek kesehatan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada sifat fisika-kimia dan kondisi yang harus dihindari. Tahap pelaksanaan mengendalikan reaktivitas, sedangkan tahap pemeriksaan menilai informasi efek kesehatan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

7.8.1 Fokus Operasional

- Sifat fisika-kimia.

- Kondisi yang harus dihindari.
- Reaktivitas.
- Informasi efek kesehatan.

Konsistensi bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai sifat fisika-kimia, kondisi yang harus dihindari, reaktivitas, dan informasi efek kesehatan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa sifat fisika-kimia sudah tersedia, tetapi kondisi yang harus dihindari belum konsisten. Dampaknya, reaktivitas sulit diverifikasi dan informasi efek kesehatan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

7.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan sifat fisika-kimia tidak terlepas dari kondisi yang harus dihindari, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa reaktivitas dan informasi efek kesehatan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 7.3 Matriks penerapan untuk bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
-------	---------	----------------	---------------

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Sifat fisika-kimia	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kondisi yang harus dihindari	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Reaktivitas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Informasi efek kesehatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

7.9 Bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi

Secara operasional, bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan dampak lingkungan dengan pertimbangan limbah, kemudian memastikan transportasi dan informasi regulasi menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan dampak lingkungan tidak terlepas dari pertimbangan limbah, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa transportasi dan informasi regulasi benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, dampak lingkungan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan pertimbangan limbah yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh transportasi yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis.

Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

7.9.1 Fokus Operasional

- Dampak lingkungan.
- Pertimbangan limbah.
- Transportasi.
- Informasi regulasi.

Indikator kinerja untuk bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada dampak lingkungan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan pertimbangan limbah, atau tidak adanya pemantauan transportasi. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, informasi regulasi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

7.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada dampak lingkungan dan pertimbangan limbah. Tahap pelaksanaan mengendalikan transportasi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai informasi regulasi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan

dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

7.10 Bagian 16: informasi lain dan revisi

Secara operasional, bagian 16: informasi lain dan revisi menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan tanggal revisi dengan catatan perubahan, kemudian memastikan sumber informasi dan konsistensi versi menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada tanggal revisi dan catatan perubahan. Tahap pelaksanaan mengendalikan sumber informasi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai konsistensi versi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada bagian 16: informasi lain dan revisi perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

7.10.1 Fokus Operasional

- Tanggal revisi.
- Catatan perubahan.
- Sumber informasi.
- Konsistensi versi.

Indikator kinerja untuk bagian 16: informasi lain dan revisi tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan

waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai bagian 16: informasi lain dan revisi sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada tanggal revisi dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan catatan perubahan, atau tidak adanya pemantauan sumber informasi. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, konsistensi versi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

7.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk bagian 16: informasi lain dan revisi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan tanggal revisi, konsistensi catatan perubahan, keterkendalian sumber informasi, dan tersedianya bukti tentang konsistensi versi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk bagian 16: informasi lain dan revisi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 7.4 Matriks penerapan untuk bagian 16: informasi lain dan revisi

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Tanggal revisi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Catatan perubahan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Sumber informasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Konsistensi versi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

7.11 Membandingkan SDS dari beberapa pemasok

Pembahasan membandingkan sds dari beberapa pemasok dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah identitas bahan sama, perbedaan data atau klasifikasi, pilihan konservatif berbasis kebijakan, serta verifikasi informasi. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, membandingkan sds dari beberapa pemasok sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan identitas bahan sama tidak terlepas dari perbedaan data atau klasifikasi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pilihan konservatif berbasis kebijakan dan verifikasi informasi benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan identitas bahan sama, perbedaan data atau klasifikasi, atau pilihan konservatif berbasis kebijakan dapat mengubah kebutuhan terhadap verifikasi informasi. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

7.11.1 Fokus Operasional

- Identitas bahan sama.
- Perbedaan data atau klasifikasi.

- Pilihan konservatif berbasis kebijakan.
- Verifikasi informasi.

Indikator kinerja untuk membandingkan sds dari beberapa pemasok tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai membandingkan sds dari beberapa pemasok sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada identitas bahan sama dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan perbedaan data atau klasifikasi, atau tidak adanya pemantauan pilihan konservatif berbasis kebijakan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, verifikasi informasi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

7.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk membandingkan sds dari beberapa pemasok, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan identitas bahan sama, konsistensi perbedaan data atau klasifikasi, keterkendalian pilihan konservatif berbasis kebijakan, dan tersedianya bukti tentang verifikasi informasi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk membandingkan sds dari beberapa pemasok dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

7.12 Manajemen SDS di laboratorium

Secara operasional, manajemen sds di laboratorium menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan indeks SDS dengan akses elektronik dan cadangan, kemudian memastikan versi terkini

dan pelatihan membaca SDS menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, manajemen sds di laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan indeks SDS tidak terlepas dari akses elektronik dan cadangan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa versi terkini dan pelatihan membaca SDS benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan indeks SDS, akses elektronik dan cadangan, atau versi terkini dapat mengubah kebutuhan terhadap pelatihan membaca SDS. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

7.12.1 Fokus Operasional

- Indeks sds.
- Akses elektronik dan cadangan.
- Versi terkini.
- Pelatihan membaca sds.

Konsistensi manajemen sds di laboratorium juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai indeks SDS, akses elektronik dan cadangan, versi terkini, dan pelatihan membaca SDS harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap manajemen sds di laboratorium. Kelompok pertama menekankan indeks SDS, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada akses elektronik dan cadangan. Jika tidak ada standar bersama, versi terkini dan pelatihan membaca SDS menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati

kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

7.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, manajemen sds di laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan indeks SDS tidak terlepas dari akses elektronik dan cadangan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa versi terkini dan pelatihan membaca SDS benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk manajemen sds di laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 7.5 Matriks penerapan untuk manajemen sds di laboratorium

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Indeks sds	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Akses elektronik dan cadangan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Versi terkini	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelatihan membaca sds	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

7.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 7.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Fungsi SDS dalam sistem keselamatan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan sumber informasi bahaya, dasar perencanaan pengendalian, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Struktur 16 bagian SDS	Checklist atau rekaman yang menunjukkan urutan informasi standar, identifikasi hingga informasi lain, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi	Checklist atau rekaman yang menunjukkan identitas produk, klasifikasi bahaya, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja	Checklist atau rekaman yang menunjukkan informasi respons, batas kewenangan personel, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kondisi penyimpanan, kontrol teknik, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

7.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 7.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Fungsi SDS dalam sistem keselamatan	Informasi tidak mutakhir atau sumber informasi bahaya tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap dasar perencanaan pengendalian.
Struktur 16 bagian SDS	Informasi tidak mutakhir atau urutan informasi standar tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap identifikasi hingga informasi lain.
Bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi	Informasi tidak mutakhir atau identitas produk tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap klasifikasi bahaya.
Bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja	Informasi tidak mutakhir atau informasi respons tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap batas kewenangan personel.
Bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan	Informasi tidak mutakhir atau kondisi penyimpanan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kontrol teknik.
Bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi	Informasi tidak mutakhir atau sifat fisika-kimia tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kondisi yang harus dihindari.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

7.15 Ringkasan Bab

- Fungsi SDS dalam sistem keselamatan: sumber informasi bahaya, dasar perencanaan pengendalian, dukungan tanggap darurat, dan dokumen yang harus mudah diakses.
- Struktur 16 bagian SDS: urutan informasi standar, identifikasi hingga informasi lain, konsistensi format, dan membaca sesuai tujuan pekerjaan.
- Bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi: identitas produk, klasifikasi bahaya, komponen penting, dan pencocokan dengan label.
- Bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja: informasi respons, batas kewenangan personel, rujukan layanan darurat, dan pengendalian area secara aman.
- Bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan: kondisi penyimpanan, kontrol teknik, APD, dan batas paparan bila tersedia.
- Bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi: sifat fisika-kimia, kondisi yang harus dihindari, reaktivitas, dan informasi efek kesehatan.
- Bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi: dampak lingkungan, pertimbangan limbah, transportasi, dan informasi regulasi.
- Bagian 16: informasi lain dan revisi: tanggal revisi, catatan perubahan, sumber informasi, dan konsistensi versi.
- Membandingkan SDS dari beberapa pemasok: identitas bahan sama, perbedaan data atau klasifikasi, pilihan konservatif berbasis kebijakan, dan verifikasi informasi.
- Manajemen SDS di laboratorium: indeks SDS, akses elektronik dan cadangan, versi terkini, dan pelatihan membaca SDS.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

7.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 7.1. Jelaskan mengapa fungsi sds dalam sistem keselamatan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan fungsi sds dalam sistem keselamatan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab,

kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah sumber informasi bahaya, dasar perencanaan pengendalian, dukungan tanggap darurat, dan dokumen yang harus mudah diakses. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sumber informasi bahaya dan dasar perencanaan pengendalian. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.2. Jelaskan mengapa struktur 16 bagian sds harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan struktur 16 bagian sds sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah urutan informasi standar, identifikasi hingga informasi lain, konsistensi format, dan membaca sesuai tujuan pekerjaan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan urutan informasi standar dan identifikasi hingga informasi lain. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.3. Jelaskan mengapa bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab,

kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah identitas produk, klasifikasi bahaya, komponen penting, dan pencocokan dengan label. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas produk dan klasifikasi bahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.4. Jelaskan mengapa bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah informasi respons, batas kewenangan personel, rujukan layanan darurat, dan pengendalian area secara aman. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan informasi respons dan batas kewenangan personel. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.5. Jelaskan mengapa bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan sebagai proses yang mempunyai tujuan,

input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah kondisi penyimpanan, kontrol teknik, APD, dan batas paparan bila tersedia. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antareleman: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kondisi penyimpanan dan kontrol teknik. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi: sebagian pengguna menerapkan sifat fisika-kimia, tetapi pencatatan kondisi yang harus dihindari tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan sifat fisika-kimia dan kondisi yang harus dihindari. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah reaktivitas dan informasi efek kesehatan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sifat fisika-kimia dan kondisi yang harus dihindari. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi: sebagian pengguna menerapkan dampak lingkungan, tetapi pencatatan pertimbangan limbah tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan dampak lingkungan dan pertimbangan limbah. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah transportasi dan informasi regulasi menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan dampak lingkungan dan pertimbangan limbah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada bagian 16: informasi lain dan revisi: sebagian pengguna menerapkan tanggal revisi, tetapi pencatatan catatan perubahan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan tanggal revisi dan catatan perubahan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah sumber informasi dan konsistensi versi menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tanggal revisi dan catatan perubahan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk

aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada membandingkan sds dari beberapa pemasok: sebagian pengguna menerapkan identitas bahan sama, tetapi pencatatan perbedaan data atau klasifikasi tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan identitas bahan sama dan perbedaan data atau klasifikasi. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pilihan konservatif berbasis kebijakan dan verifikasi informasi menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas bahan sama dan perbedaan data atau klasifikasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada manajemen sds di laboratorium: sebagian pengguna menerapkan indeks SDS, tetapi pencatatan akses elektronik dan cadangan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan indeks SDS dan akses elektronik dan cadangan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah versi terkini dan pelatihan membaca SDS menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan indeks SDS dan akses elektronik dan cadangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan fungsi sds dalam sistem keselamatan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk fungsi sds dalam sistem keselamatan, kolom khusus dapat mencakup sumber informasi bahaya, dasar perencanaan pengendalian, dukungan tanggap darurat, dan dokumen yang harus mudah diakses. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sumber informasi bahaya dan dasar perencanaan pengendalian. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan struktur 16 bagian sds. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk struktur 16 bagian sds, kolom khusus dapat mencakup urutan informasi standar, identifikasi hingga informasi lain, konsistensi format, dan membaca sesuai tujuan pekerjaan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan urutan informasi standar dan identifikasi hingga informasi lain. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi, kolom khusus dapat mencakup identitas produk, klasifikasi bahaya, komponen penting, dan pencocokan dengan label. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas produk dan klasifikasi bahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk bagian 4-6: pertolongan awal, kebakaran, dan pelepasan tidak sengaja, kolom khusus dapat mencakup informasi respons, batas kewenangan personel, rujukan layanan darurat, dan pengendalian area secara aman. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem

elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan informasi respons dan batas kewenangan personel. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan, kolom khusus dapat mencakup kondisi penyimpanan, kontrol teknik, APD, dan batas paparan bila tersedia. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kondisi penyimpanan dan kontrol teknik. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk bagian 9-11: sifat, stabilitas, dan toksikologi, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas sifat fisika-kimia, memperbaiki kondisi yang harus

dihindari, atau memperkuat reaktivitas. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sifat fisika-kimia dan kondisi yang harus dihindari. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas dampak lingkungan, memperbaiki pertimbangan limbah, atau memperkuat transportasi. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan dampak lingkungan dan pertimbangan limbah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk bagian 16: informasi lain dan revisi. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk bagian 16: informasi lain dan revisi, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas

tanggal revisi, memperbaiki catatan perubahan, atau memperkuat sumber informasi. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tanggal revisi dan catatan perubahan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk membandingkan sds dari beberapa pemasok. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk membandingkan sds dari beberapa pemasok, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas identitas bahan sama, memperbaiki perbedaan data atau klasifikasi, atau memperkuat pilihan konservatif berbasis kebijakan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas bahan sama dan perbedaan data atau klasifikasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 7.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk manajemen sds di laboratorium. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk manajemen sds di laboratorium, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan

asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas indeks SDS, memperbaiki akses elektronik dan cadangan, atau memperkuat versi terkini. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan indeks SDS dan akses elektronik dan cadangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

7.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap fungsi sds dalam sistem keselamatan pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk bagian 1-3: identifikasi, bahaya, dan komposisi tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau bagian 7-8: penanganan, penyimpanan, dan pengendalian paparan selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan bagian 12-15: ekologi, pembuangan, transportasi, regulasi dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 7, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

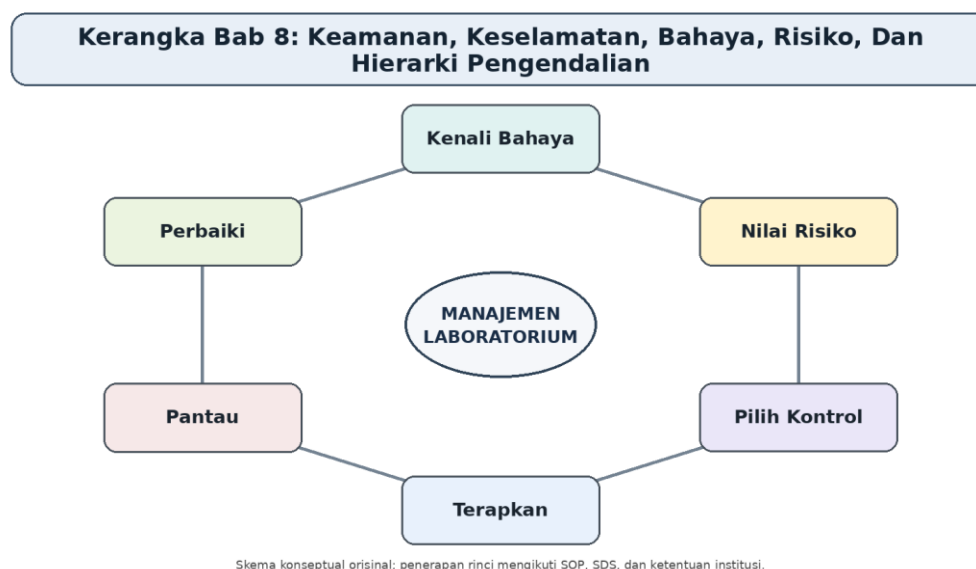
BAB 8 KEAMANAN, KESELAMATAN, BAHAYA, RISIKO, DAN HIERARKI PENGENDALIAN

8.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menganalisis konsep keamanan dan keselamatan laboratorium, sumber bahaya, risiko, serta hierarki pengendalian.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

8.2 Peta Konsep



Gambar 8.1 Peta konsep utama Bab 8

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

8.3 Perbedaan safety dan security

Dalam manajemen laboratorium kimia, perbedaan safety dan security perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup safety mencegah cedera dan paparan, security mencegah akses atau penyalahgunaan, keduanya saling mendukung, dan pengendalian harus proporsional. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi

sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk perbedaan safety dan security, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan safety mencegah cedera dan paparan, konsistensi security mencegah akses atau penyalahgunaan, keterkendalian keduanya saling mendukung, dan tersedianya bukti tentang pengendalian harus proporsional. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada perbedaan safety dan security sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, safety mencegah cedera dan paparan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan security mencegah akses atau penyalahgunaan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh keduanya saling mendukung yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

8.3.1 Fokus Operasional

- Safety mencegah cedera dan paparan.
- Security mencegah akses atau penyalahgunaan.
- Keduanya saling mendukung.
- Pengendalian harus proporsional.

Indikator kinerja untuk perbedaan safety dan security tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai perbedaan safety dan security sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada safety mencegah cedera dan paparan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak

praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan security mencegah akses atau penyalahgunaan, atau tidak adanya pemantauan keduanya saling mendukung. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pengendalian harus proporsional menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

8.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, perbedaan safety dan security sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan safety mencegah cedera dan paparan tidak terlepas dari security mencegah akses atau penyalahgunaan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa keduanya saling mendukung dan pengendalian harus proporsional benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk perbedaan safety dan security dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

8.4 Bahaya dan risiko

Dalam manajemen laboratorium kimia, bahaya dan risiko perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup bahaya sebagai sumber potensi dampak, risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi, paparan memengaruhi risiko, dan kontrol mengurangi risiko. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada bahaya sebagai sumber potensi dampak dan risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi. Tahap pelaksanaan mengendalikan paparan memengaruhi risiko, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kontrol mengurangi risiko melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur,

sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada bahaya dan risiko perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

8.4.1 Fokus Operasional

- Bahaya sebagai sumber potensi dampak.
- Risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi.
- Paparan memengaruhi risiko.
- Kontrol mengurangi risiko.

Konsistensi bahaya dan risiko juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai bahaya sebagai sumber potensi dampak, risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi, paparan memengaruhi risiko, dan kontrol mengurangi risiko harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa bahaya sebagai sumber potensi dampak sudah tersedia, tetapi risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi belum konsisten. Dampaknya, paparan memengaruhi risiko sulit diverifikasi dan kontrol mengurangi risiko sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

8.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada bahaya sebagai

sumber potensi dampak dan risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi. Tahap pelaksanaan mengendalikan paparan memengaruhi risiko, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kontrol mengurangi risiko melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk bahaya dan risiko dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 8.1 Matriks penerapan untuk bahaya dan risiko

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Bahaya sebagai sumber potensi dampak	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Paparan memengaruhi risiko	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kontrol mengurangi risiko	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

8.5 Rute paparan dan skenario kejadian

Dalam manajemen laboratorium kimia, rute paparan dan skenario kejadian perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup inhalasi, kontak kulit atau mata, ingesti tidak disengaja, dan injeksi atau cedera fisik. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat

sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk rute paparan dan skenario kejadian, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan inhalasi, konsistensi kontak kulit atau mata, keterkendalian ingesti tidak disengaja, dan tersedianya bukti tentang injeksi atau cedera fisik. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan inhalasi, kontak kulit atau mata, atau ingesti tidak disengaja dapat mengubah kebutuhan terhadap injeksi atau cedera fisik. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

8.5.1 Fokus Operasional

- Inhalasi.
- Kontak kulit atau mata.
- Ingesti tidak disengaja.
- Injeksi atau cedera fisik.

Konsistensi rute paparan dan skenario kejadian juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai inhalasi, kontak kulit atau mata, ingesti tidak disengaja, dan injeksi atau cedera fisik harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai rute paparan dan skenario kejadian sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada inhalasi dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan kontak kulit atau mata, atau tidak adanya pemantauan ingesti tidak disengaja. Tindakan korektif harus menyoroti penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, injeksi atau cedera fisik

menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

8.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk rute paparan dan skenario kejadian, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan inhalasi, konsistensi kontak kulit atau mata, keterkendalian ingesti tidak disengaja, dan tersedianya bukti tentang injeksi atau cedera fisik. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk rute paparan dan skenario kejadian dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

8.6 Identifikasi bahaya sistematis

Secara operasional, identifikasi bahaya sistematis menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan observasi pekerjaan dengan SDS dan label, kemudian memastikan riwayat insiden dan perubahan proses atau peralatan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk identifikasi bahaya sistematis, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan observasi pekerjaan, konsistensi SDS dan label, keterkendalian riwayat insiden, dan tersedianya bukti tentang perubahan proses atau peralatan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada identifikasi bahaya sistematis sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya,

observasi pekerjaan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan SDS dan label yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh riwayat insiden yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

8.6.1 Fokus Operasional

- Observasi pekerjaan.
- Sds dan label.
- Riwayat insiden.
- Perubahan proses atau peralatan.

Indikator kinerja untuk identifikasi bahaya sistematis tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa observasi pekerjaan sudah tersedia, tetapi SDS dan label belum konsisten. Dampaknya, riwayat insiden sulit diverifikasi dan perubahan proses atau peralatan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

8.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada observasi pekerjaan dan SDS dan label. Tahap pelaksanaan mengendalikan riwayat insiden, sedangkan tahap pemeriksaan menilai perubahan proses atau peralatan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk identifikasi bahaya sistematis dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi

sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 8.2 Matriks penerapan untuk identifikasi bahaya sistematis

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Observasi pekerjaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Sds dan label	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Riwayat insiden	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Perubahan proses atau peralatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

8.7 Matriks risiko

Secara operasional, matriks risiko menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan kemungkinan dengan konsekuensi, kemudian memastikan kategori prioritas dan dokumentasi alasan penilaian menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kemungkinan dan konsekuensi. Tahap pelaksanaan mengendalikan kategori prioritas, sedangkan tahap pemeriksaan menilai dokumentasi alasan penilaian melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada matriks risiko perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

8.7.1 Fokus Operasional

- Kemungkinan.
- Konsekuensi.
- Kategori prioritas.
- Dokumentasi alasan penilaian.

Dari perspektif mutu, matriks risiko harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap matriks risiko. Kelompok pertama menekankan kemungkinan, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada konsekuensi. Jika tidak ada standar bersama, kategori prioritas dan dokumentasi alasan penilaian menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

8.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, matriks risiko sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan kemungkinan tidak terlepas dari konsekuensi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa kategori prioritas dan dokumentasi alasan penilaian benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara,

formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk matriks risiko dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

8.8 JSA/HIRA sederhana

Pembahasan jsa/hira sederhana dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah memecah pekerjaan menjadi tahapan, mengidentifikasi bahaya, menetapkan kontrol, serta meninjau sebelum pekerjaan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, jsa/hira sederhana sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan memecah pekerjaan menjadi tahapan tidak terlepas dari mengidentifikasi bahaya, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa menetapkan kontrol dan meninjau sebelum pekerjaan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada jsa/hira sederhana sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, memecah pekerjaan menjadi tahapan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan mengidentifikasi bahaya yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh menetapkan kontrol yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

8.8.1 Fokus Operasional

- Memecah pekerjaan menjadi tahapan.
- Mengidentifikasi bahaya.
- Menetapkan kontrol.

- Meninjau sebelum pekerjaan.

Indikator kinerja untuk jsa/hira sederhana tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai jsa/hira sederhana sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada memecah pekerjaan menjadi tahapan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan mengidentifikasi bahaya, atau tidak adanya pemantauan menetapkan kontrol. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, meninjau sebelum pekerjaan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

8.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, jsa/hira sederhana sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan memecah pekerjaan menjadi tahapan tidak terlepas dari mengidentifikasi bahaya, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa menetapkan kontrol dan meninjau sebelum pekerjaan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk jsa/hira sederhana dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 8.3 Matriks penerapan untuk jsa/hira sederhana

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Memecah pekerjaan menjadi tahapan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Mengidentifikasi bahaya	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Menetapkan kontrol	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Meninjau sebelum pekerjaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

8.9 Hierarki pengendalian

Secara operasional, hierarki pengendalian menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan eliminasi dengan substitusi, kemudian memastikan rekayasa dan administratif dan APD menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada eliminasi dan substitusi. Tahap pelaksanaan mengendalikan rekayasa, sedangkan tahap pemeriksaan menilai administratif dan APD melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada hierarki pengendalian perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

8.9.1 Fokus Operasional

- Eliminasi.
- Substitusi.
- Rekayasa.
- Administratif dan apd.

Konsistensi hierarki pengendalian juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai eliminasi, substitusi, rekayasa, dan administratif dan APD harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa eliminasi sudah tersedia, tetapi substitusi belum konsisten. Dampaknya, rekayasa sulit diverifikasi dan administratif dan APD sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

8.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk hierarki pengendalian, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan eliminasi, konsistensi substitusi, keterkendalian rekayasa, dan tersedianya bukti tentang administratif dan APD. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk hierarki pengendalian dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

8.10 Kontrol rekayasa dan administratif

Pembahasan kontrol rekayasa dan administratif dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan, interlock dan pelindung, SOP dan pembatasan akses, serta pelatihan dan supervisi. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan dan interlock dan pelindung. Tahap pelaksanaan mengendalikan SOP dan pembatasan akses, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pelatihan dan supervisi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan, interlock dan pelindung, atau SOP dan pembatasan akses dapat mengubah kebutuhan terhadap pelatihan dan supervisi. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

8.10.1 Fokus Operasional

- Lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan.
- Interlock dan pelindung.
- Sop dan pembatasan akses.
- Pelatihan dan supervisi.

Dari perspektif mutu, kontrol rekayasa dan administratif harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil.

Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan sudah tersedia, tetapi interlock dan pelindung belum konsisten. Dampaknya, SOP dan pembatasan akses sulit diverifikasi dan pelatihan dan supervisi sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

8.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kontrol rekayasa dan administratif, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan, konsistensi interlock dan pelindung, keterkendalian SOP dan pembatasan akses, dan tersedianya bukti tentang pelatihan dan supervisi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk kontrol rekayasa dan administratif dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 8.4 Matriks penerapan untuk kontrol rekayasa dan administratif

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Interlock dan pelindung	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Sop dan pembatasan akses	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelatihan dan supervisi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

8.11 Keamanan akses dan bahan sensitif

Dalam manajemen laboratorium kimia, keamanan akses dan bahan sensitif perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup otorisasi pengguna, pencatatan akses, inventaris akurat, dan pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, keamanan akses dan bahan sensitif sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan otorisasi pengguna tidak terlepas dari pencatatan akses, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa inventaris akurat dan pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada keamanan akses dan bahan sensitif sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, otorisasi pengguna yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan pencatatan akses yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh inventaris akurat yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

8.11.1 Fokus Operasional

- Otorisasi pengguna.
- Pencatatan akses.

- Inventaris akurat.
- Pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian.

Konsistensi keamanan akses dan bahan sensitif juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai otorisasi pengguna, pencatatan akses, inventaris akurat, dan pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa otorisasi pengguna sudah tersedia, tetapi pencatatan akses belum konsisten. Dampaknya, inventaris akurat sulit diverifikasi dan pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

8.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, keamanan akses dan bahan sensitif sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan otorisasi pengguna tidak terlepas dari pencatatan akses, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa inventaris akurat dan pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk keamanan akses dan bahan sensitif dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

8.12 Risk register dan tinjauan berkala

Pembahasan risk register dan tinjauan berkala dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah risiko utama, kontrol yang ada, pemilik risiko, serta status tindak lanjut. Jika salah satu unsur

tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk risk register dan tinjauan berkala, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan risiko utama, konsistensi kontrol yang ada, keterkendalian pemilik risiko, dan tersedianya bukti tentang status tindak lanjut. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan risiko utama, kontrol yang ada, atau pemilik risiko dapat mengubah kebutuhan terhadap status tindak lanjut. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

8.12.1 Fokus Operasional

- Risiko utama.
- Kontrol yang ada.
- Pemilik risiko.
- Status tindak lanjut.

Konsistensi risk register dan tinjauan berkala juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai risiko utama, kontrol yang ada, pemilik risiko, dan status tindak lanjut harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap risk register dan tinjauan berkala. Kelompok pertama menekankan risiko utama, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada kontrol yang ada. Jika tidak ada standar bersama, pemilik risiko dan status tindak lanjut

menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

8.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, risk register dan tinjauan berkala sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan risiko utama tidak terlepas dari kontrol yang ada, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pemilik risiko dan status tindak lanjut benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk risk register dan tinjauan berkala dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 8.5 Matriks penerapan untuk risk register dan tinjauan berkala

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Risiko utama	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kontrol yang ada	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pemilik risiko	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Status tindak lanjut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

8.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 8.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Perbedaan safety dan security	Checklist atau rekaman yang menunjukkan safety mencegah cedera dan paparan, security mencegah akses atau penyalahgunaan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Bahaya dan risiko	Checklist atau rekaman yang menunjukkan bahaya sebagai sumber potensi dampak, risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Rute paparan dan skenario kejadian	Checklist atau rekaman yang menunjukkan inhalasi, kontak kulit atau mata, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Identifikasi bahaya sistematis	Checklist atau rekaman yang menunjukkan observasi pekerjaan, SDS dan label, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Matriks risiko	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kemungkinan, konsekuensi, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

8.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 8.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Perbedaan safety dan security	Informasi tidak mutakhir atau safety mencegah cedera dan paparan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap security mencegah akses atau penyalahgunaan.
Bahaya dan risiko	Informasi tidak mutakhir atau bahaya sebagai sumber potensi dampak tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi.
Rute paparan dan skenario kejadian	Informasi tidak mutakhir atau inhalasi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kontak kulit atau mata.
Identifikasi bahaya sistematis	Informasi tidak mutakhir atau observasi pekerjaan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap SDS dan label.
Matriks risiko	Informasi tidak mutakhir atau kemungkinan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap konsekuensi.
JSA/HIRA sederhana	Informasi tidak mutakhir atau memecah pekerjaan menjadi tahapan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap mengidentifikasi bahaya.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala

kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

8.15 Ringkasan Bab

- Perbedaan safety dan security: safety mencegah cedera dan paparan, security mencegah akses atau penyalahgunaan, keduanya saling mendukung, dan pengendalian harus proporsional.
- Bahaya dan risiko: bahaya sebagai sumber potensi dampak, risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi, paparan memengaruhi risiko, dan kontrol mengurangi risiko.
- Rute paparan dan skenario kejadian: inhalasi, kontak kulit atau mata, ingesti tidak disengaja, dan injeksi atau cedera fisik.
- Identifikasi bahaya sistematis: observasi pekerjaan, SDS dan label, riwayat insiden, dan perubahan proses atau peralatan.
- Matriks risiko: kemungkinan, konsekuensi, kategori prioritas, dan dokumentasi alasan penilaian.
- JSA/HIRA sederhana: memecah pekerjaan menjadi tahapan, mengidentifikasi bahaya, menetapkan kontrol, dan meninjau sebelum pekerjaan.
- Hierarki pengendalian: eliminasi, substitusi, rekayasa, dan administratif dan APD.
- Kontrol rekayasa dan administratif: lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan, interlock dan pelindung, SOP dan pembatasan akses, dan pelatihan dan supervisi.
- Keamanan akses dan bahan sensitif: otorisasi pengguna, pencatatan akses, inventaris akurat, dan pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian.
- Risk register dan tinjauan berkala: risiko utama, kontrol yang ada, pemilik risiko, dan status tindak lanjut.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

8.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 8.1. Jelaskan mengapa perbedaan safety dan security harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan perbedaan safety dan security sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah safety mencegah cedera dan paparan, security mencegah akses atau penyalahgunaan,

keduanya saling mendukung, dan pengendalian harus proporsional. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan safety mencegah cedera dan paparan dan security mencegah akses atau penyalahgunaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.2. Jelaskan mengapa bahaya dan risiko harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan bahaya dan risiko sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah bahaya sebagai sumber potensi dampak, risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi, paparan memengaruhi risiko, dan kontrol mengurangi risiko. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan bahaya sebagai sumber potensi dampak dan risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.3. Jelaskan mengapa rute paparan dan skenario kejadian harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan rute paparan dan skenario kejadian sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab,

kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah inhalasi, kontak kulit atau mata, ingesti tidak disengaja, dan injeksi atau cedera fisik. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan inhalasi dan kontak kulit atau mata. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.4. Jelaskan mengapa identifikasi bahaya sistematis harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan identifikasi bahaya sistematis sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah observasi pekerjaan, SDS dan label, riwayat insiden, dan perubahan proses atau peralatan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan observasi pekerjaan dan SDS dan label. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.5. Jelaskan mengapa matriks risiko harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan matriks risiko sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah kemungkinan, konsekuensi, kategori

prioritas, dan dokumentasi alasan penilaian. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kemungkinan dan konsekuensi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada jsa/hira sederhana: sebagian pengguna menerapkan memecah pekerjaan menjadi tahapan, tetapi pencatatan mengidentifikasi bahaya tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan memecah pekerjaan menjadi tahapan dan mengidentifikasi bahaya. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah menetapkan kontrol dan meninjau sebelum pekerjaan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan memecah pekerjaan menjadi tahapan dan mengidentifikasi bahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada hierarki pengendalian: sebagian pengguna menerapkan eliminasi, tetapi pencatatan substitusi tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan eliminasi dan substitusi. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah rekayasa dan administratif dan APD menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan eliminasi dan substitusi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada kontrol rekayasa dan administratif: sebagian pengguna menerapkan lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan, tetapi pencatatan interlock dan pelindung tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan dan interlock dan pelindung. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah SOP dan pembatasan akses dan pelatihan dan supervisi menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan dan interlock dan pelindung. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara

mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada keamanan akses dan bahan sensitif: sebagian pengguna menerapkan otorisasi pengguna, tetapi pencatatan akses tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan otorisasi pengguna dan pencatatan akses. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah inventaris akurat dan pelaporan kehilangan atau ketidaksesuaian menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan otorisasi pengguna dan pencatatan akses. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada risk register dan tinjauan berkala: sebagian pengguna menerapkan risiko utama, tetapi pencatatan kontrol yang ada tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan risiko utama dan kontrol yang ada. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pemilik risiko dan status tindak lanjut menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan risiko utama dan kontrol yang ada. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan perbedaan safety dan security. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk perbedaan safety dan security, kolom khusus dapat mencakup safety mencegah cedera dan paparan, security mencegah akses atau penyalahgunaan, keduanya saling mendukung, dan pengendalian harus proporsional. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan safety mencegah cedera dan paparan dan security mencegah akses atau penyalahgunaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan bahaya dan risiko. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk bahaya dan risiko, kolom khusus dapat mencakup bahaya sebagai sumber potensi dampak, risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi, paparan memengaruhi risiko, dan kontrol mengurangi risiko. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem

elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan bahaya sebagai sumber potensi dampak dan risiko menggabungkan kemungkinan dan konsekuensi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan rute paparan dan skenario kejadian. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk rute paparan dan skenario kejadian, kolom khusus dapat mencakup inhalasi, kontak kulit atau mata, ingesti tidak disengaja, dan injeksi atau cedera fisik. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan inhalasi dan kontak kulit atau mata. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan identifikasi bahaya sistematis. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk identifikasi bahaya sistematis, kolom khusus dapat mencakup observasi pekerjaan, SDS dan label, riwayat insiden, dan perubahan proses atau peralatan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak

lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan observasi pekerjaan dan SDS dan label. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan matriks risiko. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk matriks risiko, kolom khusus dapat mencakup kemungkinan, konsekuensi, kategori prioritas, dan dokumentasi alasan penilaian. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kemungkinan dan konsekuensi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk jsa/hira sederhana. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk jsa/hira sederhana, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan

asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas memecah pekerjaan menjadi tahapan, memperbaiki mengidentifikasi bahaya, atau memperkuat menetapkan kontrol. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan memecah pekerjaan menjadi tahapan dan mengidentifikasi bahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk hierarki pengendalian. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk hierarki pengendalian, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas eliminasi, memperbaiki substitusi, atau memperkuat rekayasa. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan eliminasi dan substitusi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk kontrol rekayasa dan administratif. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk kontrol rekayasa dan administratif, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan

asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan, memperbaiki interlock dan pelindung, atau memperkuat SOP dan pembatasan akses. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan lemari asam atau ventilasi sesuai kebutuhan dan interlock dan pelindung. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk keamanan akses dan bahan sensitif. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk keamanan akses dan bahan sensitif, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas otorisasi pengguna, memperbaiki pencatatan akses, atau memperkuat inventaris akurat. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan otorisasi pengguna dan pencatatan akses. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 8.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk risk register dan tinjauan berkala. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk risk register dan tinjauan berkala, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren

menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas risiko utama, memperbaiki kontrol yang ada, atau memperkuat pemilik risiko. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan risiko utama dan kontrol yang ada. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

8.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap perbedaan safety dan security pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk rute paparan dan skenario kejadian tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau matriks risiko selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan hierarki pengendalian dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 8, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

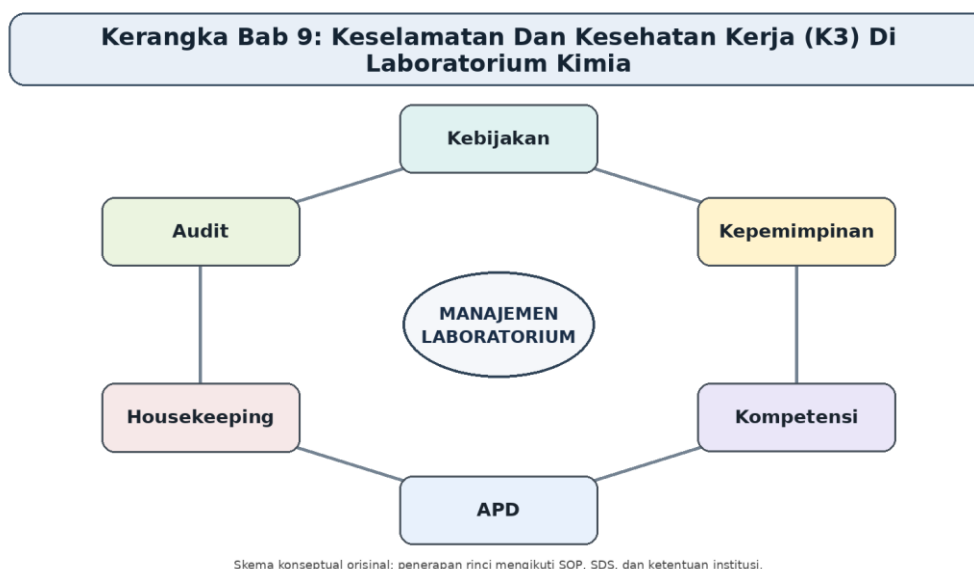
BAB 9 KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DI LABORATORIUM KIMIA

9.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menjelaskan tujuan, prinsip, kebijakan, dan pentingnya penerapan K3 di laboratorium kimia.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

9.2 Peta Konsep



Gambar 9.1 Peta konsep utama Bab 9

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

9.3 Tujuan dan kebijakan K3

Secara operasional, tujuan dan kebijakan k3 menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan pencegahan cedera dan paparan dengan kepatuhan terhadap ketentuan, kemudian memastikan penetapan tanggung jawab dan perbaikan berkelanjutan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika

personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, tujuan dan kebijakan k3 sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pencegahan cedera dan paparan tidak terlepas dari kepatuhan terhadap ketentuan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa penetapan tanggung jawab dan perbaikan berkelanjutan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada tujuan dan kebijakan k3 sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, pencegahan cedera dan paparan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan kepatuhan terhadap ketentuan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh penetapan tanggung jawab yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

9.3.1 Fokus Operasional

- Pencegahan cedera dan paparan.
- Kepatuhan terhadap ketentuan.
- Penetapan tanggung jawab.
- Perbaikan berkelanjutan.

Indikator kinerja untuk tujuan dan kebijakan k3 tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa pencegahan cedera dan paparan sudah tersedia, tetapi kepatuhan terhadap ketentuan belum konsisten. Dampaknya, penetapan tanggung jawab sulit diverifikasi dan perbaikan berkelanjutan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan

indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

9.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada pencegahan cedera dan paparan dan kepatuhan terhadap ketentuan. Tahap pelaksanaan mengendalikan penetapan tanggung jawab, sedangkan tahap pemeriksaan menilai perbaikan berkelanjutan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk tujuan dan kebijakan k3 dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

9.4 Budaya keselamatan

Dalam manajemen laboratorium kimia, budaya keselamatan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup nilai dan kebiasaan, pelaporan tanpa takut, belajar dari kejadian, dan keteladanan pimpinan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada nilai dan kebiasaan dan pelaporan tanpa takut. Tahap pelaksanaan mengendalikan belajar dari kejadian, sedangkan tahap pemeriksaan menilai keteladanan pimpinan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan nilai dan kebiasaan, pelaporan tanpa takut, atau belajar dari kejadian dapat mengubah

kebutuhan terhadap keteladanan pimpinan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

9.4.1 Fokus Operasional

- Nilai dan kebiasaan.
- Pelaporan tanpa takut.
- Belajar dari kejadian.
- Keteladanan pimpinan.

Dari perspektif mutu, budaya keselamatan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa nilai dan kebiasaan sudah tersedia, tetapi pelaporan tanpa takut belum konsisten. Dampaknya, belajar dari kejadian sulit diverifikasi dan keteladanan pimpinan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

9.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk budaya keselamatan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan nilai dan kebiasaan, konsistensi pelaporan tanpa takut, keterkendalian belajar dari kejadian, dan tersedianya bukti tentang keteladanan pimpinan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk budaya keselamatan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 9.1 Matriks penerapan untuk budaya keselamatan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Nilai dan kebiasaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelaporan tanpa takut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Belajar dari kejadian	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Keteladanan pimpinan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

9.5 Peran dan tanggung jawab personel

Pembahasan peran dan tanggung jawab personel dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah pimpinan, dosen atau peneliti, laboran/teknisi, serta mahasiswa atau pengguna. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, peran dan tanggung jawab personel sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pimpinan tidak terlepas dari dosen atau peneliti, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa laboran/teknisi dan mahasiswa atau pengguna benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP

mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada peran dan tanggung jawab personel perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

9.5.1 Fokus Operasional

- Pimpinan.
- Dosen atau peneliti.
- Laboran/teknisi.
- Mahasiswa atau pengguna.

Indikator kinerja untuk peran dan tanggung jawab personel tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai peran dan tanggung jawab personel sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada pimpinan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan dosen atau peneliti, atau tidak adanya pemantauan laboran/teknisi. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, mahasiswa atau pengguna menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

9.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada pimpinan dan dosen atau peneliti. Tahap pelaksanaan mengendalikan laboran/teknisi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai mahasiswa atau pengguna melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber

daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk peran dan tanggung jawab personel dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

9.6 Pemilihan dan pengelolaan APD

Secara operasional, pemilihan dan pengelolaan apd menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan berdasarkan penilaian bahaya dengan kesesuaian ukuran dan fungsi, kemudian memastikan inspeksi kondisi dan pelatihan penggunaan tingkat umum menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, pemilihan dan pengelolaan apd sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan berdasarkan penilaian bahaya tidak terlepas dari kesesuaian ukuran dan fungsi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa inspeksi kondisi dan pelatihan penggunaan tingkat umum benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan berdasarkan penilaian bahaya, kesesuaian ukuran dan fungsi, atau inspeksi kondisi dapat mengubah kebutuhan terhadap pelatihan penggunaan tingkat umum. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

9.6.1 Fokus Operasional

- Berdasarkan penilaian bahaya.
- Kesesuaian ukuran dan fungsi.

- Inspeksi kondisi.
- Pelatihan penggunaan tingkat umum.

Indikator kinerja untuk pemilihan dan pengelolaan apd tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai pemilihan dan pengelolaan apd sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada berdasarkan penilaian bahaya dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan kesesuaian ukuran dan fungsi, atau tidak adanya pemantauan inspeksi kondisi. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pelatihan penggunaan tingkat umum menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

9.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, pemilihan dan pengelolaan apd sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan berdasarkan penilaian bahaya tidak terlepas dari kesesuaian ukuran dan fungsi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa inspeksi kondisi dan pelatihan penggunaan tingkat umum benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk pemilihan dan pengelolaan apd dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 9.2 Matriks penerapan untuk pemilihan dan pengelolaan apd

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Berdasarkan penilaian bahaya	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kesesuaian ukuran dan fungsi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Inspeksi kondisi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelatihan penggunaan tingkat umum	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

9.7 Housekeeping dan 5S

Secara operasional, housekeeping dan 5s menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan area kerja rapi dengan jalur akses tidak terhalang, kemudian memastikan label dan penyimpanan konsisten dan pembersihan terjadwal menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk housekeeping dan 5s, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan area kerja rapi, konsistensi jalur akses tidak terhalang, keterkendalian label dan penyimpanan konsisten, dan tersedianya bukti tentang pembersihan terjadwal. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada housekeeping dan 5s sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, area kerja rapi yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan jalur akses tidak terhalang yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh label dan penyimpanan konsisten yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

9.7.1 Fokus Operasional

- Area kerja rapi.
- Jalur akses tidak terhalang.
- Label dan penyimpanan konsisten.
- Pembersihan terjadwal.

Indikator kinerja untuk housekeeping dan 5s tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap housekeeping dan 5s. Kelompok pertama menekankan area kerja rapi, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada jalur akses tidak terhalang. Jika tidak ada standar bersama, label dan penyimpanan konsisten dan pembersihan terjadwal menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

9.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk housekeeping dan 5s, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan area kerja rapi, konsistensi jalur akses tidak terhalang, keterkendalian label dan penyimpanan konsisten, dan tersedianya bukti tentang pembersihan terjadwal. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk housekeeping dan 5s dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

9.8 Higiene laboratorium

Secara operasional, higiene laboratorium menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan larangan makan/minum di area laboratorium dengan cuci tangan, kemudian memastikan pemisahan barang pribadi dan pengendalian kontaminasi menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, higiene laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan larangan makan/minum di area laboratorium tidak terlepas dari cuci tangan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pemisahan barang pribadi dan pengendalian kontaminasi benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada higiene laboratorium perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

9.8.1 Fokus Operasional

- Larangan makan/minum di area laboratorium.
- Cuci tangan.
- Pemisahan barang pribadi.
- Pengendalian kontaminasi.

Indikator kinerja untuk higiene laboratorium tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu

indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai higiene laboratorium sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada larangan makan/minum di area laboratorium dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan cuci tangan, atau tidak adanya pemantauan pemisahan barang pribadi. Tindakan korektif harus menysasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pengendalian kontaminasi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

9.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, higiene laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan larangan makan/minum di area laboratorium tidak terlepas dari cuci tangan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pemisahan barang pribadi dan pengendalian kontaminasi benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk higiene laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 9.3 Matriks penerapan untuk higiene laboratorium

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Larangan makan/minum di area laboratorium	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Cuci tangan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pemisahan barang pribadi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pengendalian kontaminasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

9.9 Pengelolaan limbah laboratorium

Secara operasional, pengelolaan limbah laboratorium menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan identifikasi jenis limbah dengan segregasi, kemudian memastikan label dan wadah sesuai dan penyerahan kepada sistem pengelolaan yang berwenang menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, pengelolaan limbah laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan identifikasi jenis limbah tidak terlepas dari segregasi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa label dan wadah sesuai dan penyerahan kepada sistem pengelolaan yang berwenang benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada pengelolaan limbah laboratorium sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, identifikasi jenis limbah yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan segregasi yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh label dan wadah sesuai yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

9.9.1 Fokus Operasional

- Identifikasi jenis limbah.
- Segregasi.
- Label dan wadah sesuai.
- Penyerahan kepada sistem pengelolaan yang berwenang.

Dari perspektif mutu, pengelolaan limbah laboratorium harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap pengelolaan limbah laboratorium. Kelompok pertama menekankan identifikasi jenis limbah, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada segregasi. Jika tidak ada standar bersama, label dan wadah sesuai dan penyerahan kepada sistem pengelolaan yang berwenang menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

9.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, pengelolaan limbah laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan identifikasi jenis limbah tidak terlepas dari segregasi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa label dan wadah sesuai dan penyerahan kepada sistem pengelolaan yang berwenang benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk pengelolaan limbah laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

9.10 Komunikasi dan pelatihan K3

Dalam manajemen laboratorium kimia, komunikasi dan pelatihan k3 perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup induksi pengguna, briefing sebelum kegiatan, signage, dan evaluasi pemahaman. Keempat

unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk komunikasi dan pelatihan k3, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan induksi pengguna, konsistensi briefing sebelum kegiatan, keterkendalian signage, dan tersedianya bukti tentang evaluasi pemahaman. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada komunikasi dan pelatihan k3 sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, induksi pengguna yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan briefing sebelum kegiatan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh signage yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

9.10.1 Fokus Operasional

- Induksi pengguna.
- Briefing sebelum kegiatan.
- Signage.
- Evaluasi pemahaman.

Dari perspektif mutu, komunikasi dan pelatihan k3 harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa induksi pengguna sudah tersedia, tetapi briefing sebelum kegiatan belum konsisten. Dampaknya, signage sulit diverifikasi dan evaluasi pemahaman sering bergantung

pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

9.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, komunikasi dan pelatihan k3 sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan induksi pengguna tidak terlepas dari briefing sebelum kegiatan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa signage dan evaluasi pemahaman benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk komunikasi dan pelatihan k3 dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 9.4 Matriks penerapan untuk komunikasi dan pelatihan k3

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Induksi pengguna	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Briefing sebelum kegiatan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Signage	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Evaluasi pemahaman	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

9.11 Inspeksi dan audit K3

Secara operasional, inspeksi dan audit k3 menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan checklist dengan temuan, kemudian memastikan prioritas tindakan dan verifikasi penyelesaian menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada checklist dan temuan. Tahap pelaksanaan mengendalikan prioritas tindakan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai verifikasi penyelesaian melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan checklist, temuan, atau prioritas tindakan dapat mengubah kebutuhan terhadap verifikasi penyelesaian. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

9.11.1 Fokus Operasional

- Checklist.
- Temuan.
- Prioritas tindakan.
- Verifikasi penyelesaian.

Dari perspektif mutu, inspeksi dan audit k3 harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa checklist sudah tersedia, tetapi temuan belum konsisten. Dampaknya, prioritas tindakan sulit diverifikasi dan verifikasi penyelesaian sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

9.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk inspeksi dan audit k3, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan checklist, konsistensi temuan, keterkendalian prioritas tindakan, dan tersedianya bukti tentang verifikasi penyelesaian. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk inspeksi dan audit k3 dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

9.12 K3 dan keberlanjutan

Secara operasional, k3 dan keberlanjutan menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan pencegahan limbah dengan efisiensi bahan, kemudian memastikan pemilihan alternatif lebih aman bila layak dan pengurangan dampak lingkungan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada pencegahan limbah dan efisiensi bahan. Tahap pelaksanaan mengendalikan pemilihan alternatif lebih aman bila layak, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pengurangan dampak lingkungan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan

kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan pencegahan limbah, efisiensi bahan, atau pemilihan alternatif lebih aman bila layak dapat mengubah kebutuhan terhadap pengurangan dampak lingkungan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

9.12.1 Fokus Operasional

- Pencegahan limbah.
- Efisiensi bahan.
- Pemilihan alternatif lebih aman bila layak.
- Pengurangan dampak lingkungan.

Konsistensi k3 dan keberlanjutan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai pencegahan limbah, efisiensi bahan, pemilihan alternatif lebih aman bila layak, dan pengurangan dampak lingkungan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa pencegahan limbah sudah tersedia, tetapi efisiensi bahan belum konsisten. Dampaknya, pemilihan alternatif lebih aman bila layak sulit diverifikasi dan pengurangan dampak lingkungan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

9.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, k3 dan keberlanjutan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pencegahan limbah tidak terlepas dari efisiensi bahan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pemilihan alternatif lebih aman bila layak dan pengurangan dampak lingkungan

benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk k3 dan keberlanjutan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 9.5 Matriks penerapan untuk k3 dan keberlanjutan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pencegahan limbah	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Efisiensi bahan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pemilihan alternatif lebih aman bila layak	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pengurangan dampak lingkungan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

9.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 9.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Tujuan dan kebijakan K3	Checklist atau rekaman yang menunjukkan pencegahan cedera dan paparan, kepatuhan terhadap ketentuan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Budaya keselamatan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan nilai dan kebiasaan, pelaporan tanpa takut, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Peran dan tanggung jawab personel	Checklist atau rekaman yang menunjukkan pimpinan, dosen atau peneliti, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pemilihan dan pengelolaan APD	Checklist atau rekaman yang menunjukkan berdasarkan penilaian bahaya, kesesuaian ukuran dan fungsi, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Housekeeping dan 5S	Checklist atau rekaman yang menunjukkan area kerja rapi, jalur akses tidak terhalang, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

9.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 9.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Tujuan dan kebijakan K3	Informasi tidak mutakhir atau pencegahan cedera dan paparan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kepatuhan terhadap ketentuan.
Budaya keselamatan	Informasi tidak mutakhir atau nilai dan kebiasaan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pelaporan tanpa takut.
Peran dan tanggung jawab personel	Informasi tidak mutakhir atau pimpinan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap dosen atau peneliti.
Pemilihan dan pengelolaan APD	Informasi tidak mutakhir atau berdasarkan penilaian bahaya tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kesesuaian ukuran dan fungsi.
Housekeeping dan 5S	Informasi tidak mutakhir atau area kerja rapi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap jalur akses tidak terhalang.
Higiene laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau larangan makan/minum di area laboratorium tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap cuci tangan.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

9.15 Ringkasan Bab

- Tujuan dan kebijakan K3: pencegahan cedera dan paparan, kepatuhan terhadap ketentuan, penetapan tanggung jawab, dan perbaikan berkelanjutan.
- Budaya keselamatan: nilai dan kebiasaan, pelaporan tanpa takut, belajar dari kejadian, dan keteladanan pimpinan.
- Peran dan tanggung jawab personel: pimpinan, dosen atau peneliti, laboran/teknisi, dan mahasiswa atau pengguna.
- Pemilihan dan pengelolaan APD: berdasarkan penilaian bahaya, kesesuaian ukuran dan fungsi, inspeksi kondisi, dan pelatihan penggunaan tingkat umum.

- Housekeeping dan 5S: area kerja rapi, jalur akses tidak terhalang, label dan penyimpanan konsisten, dan pembersihan terjadwal.
- Higiene laboratorium: larangan makan/minum di area laboratorium, cuci tangan, pemisahan barang pribadi, dan pengendalian kontaminasi.
- Pengelolaan limbah laboratorium: identifikasi jenis limbah, segregasi, label dan wadah sesuai, dan penyerahan kepada sistem pengelolaan yang berwenang.
- Komunikasi dan pelatihan K3: induksi pengguna, briefing sebelum kegiatan, signage, dan evaluasi pemahaman.
- Inspeksi dan audit K3: checklist, temuan, prioritas tindakan, dan verifikasi penyelesaian.
- K3 dan keberlanjutan: pencegahan limbah, efisiensi bahan, pemilihan alternatif lebih aman bila layak, dan pengurangan dampak lingkungan.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

9.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 9.1. Jelaskan mengapa tujuan dan kebijakan k3 harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan tujuan dan kebijakan k3 sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah pencegahan cedera dan paparan, kepatuhan terhadap ketentuan, penetapan tanggung jawab, dan perbaikan berkelanjutan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pencegahan cedera dan paparan dan kepatuhan terhadap ketentuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.2. Jelaskan mengapa budaya keselamatan harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan budaya keselamatan sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah nilai dan kebiasaan, pelaporan tanpa takut, belajar dari kejadian, dan keteladanan pimpinan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nilai dan kebiasaan dan pelaporan tanpa takut. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.3. Jelaskan mengapa peran dan tanggung jawab personel harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan peran dan tanggung jawab personel sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah pimpinan, dosen atau peneliti, laboran/teknisi, dan mahasiswa atau pengguna. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pimpinan dan dosen atau peneliti. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.4. Jelaskan mengapa pemilihan dan pengelolaan apd harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan pemilihan dan pengelolaan apd sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah berdasarkan penilaian bahaya, kesesuaian ukuran dan fungsi, inspeksi kondisi, dan pelatihan penggunaan tingkat umum. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan berdasarkan penilaian bahaya dan kesesuaian ukuran dan fungsi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.5. Jelaskan mengapa housekeeping dan 5s harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan housekeeping dan 5s sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah area kerja rapi, jalur akses tidak terhalang, label dan penyimpanan konsisten, dan pembersihan terjadwal. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan area kerja rapi dan jalur akses tidak terhalang. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada higiene laboratorium: sebagian pengguna menerapkan larangan makan/minum di area laboratorium, tetapi pencatatan cuci tangan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan larangan makan/minum di area laboratorium dan cuci tangan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pemisahan barang pribadi dan pengendalian kontaminasi menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan larangan makan/minum di area laboratorium dan cuci tangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada pengelolaan limbah laboratorium: sebagian pengguna menerapkan identifikasi jenis limbah, tetapi pencatatan segregasi tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan identifikasi jenis limbah dan segregasi. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah label dan wadah sesuai dan penyerahan kepada sistem pengelolaan yang berwenang menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identifikasi jenis limbah dan segregasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa

harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada komunikasi dan pelatihan k3: sebagian pengguna menerapkan induksi pengguna, tetapi pencatatan briefing sebelum kegiatan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan induksi pengguna dan briefing sebelum kegiatan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah signage dan evaluasi pemahaman menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan induksi pengguna dan briefing sebelum kegiatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada inspeksi dan audit k3: sebagian pengguna menerapkan checklist, tetapi pencatatan temuan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan checklist dan temuan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah prioritas tindakan dan verifikasi penyelesaian menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan checklist dan temuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada k3 dan keberlanjutan: sebagian pengguna menerapkan pencegahan limbah, tetapi pencatatan efisiensi bahan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan pencegahan limbah dan efisiensi bahan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah pemilihan alternatif lebih aman bila layak dan pengurangan dampak lingkungan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pencegahan limbah dan efisiensi bahan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan tujuan dan kebijakan k3. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk tujuan dan kebijakan k3, kolom khusus dapat mencakup pencegahan cedera dan paparan, kepatuhan terhadap ketentuan, penetapan tanggung jawab, dan perbaikan berkelanjutan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung

keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pencegahan cedera dan paparan dan kepatuhan terhadap ketentuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan budaya keselamatan. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk budaya keselamatan, kolom khusus dapat mencakup nilai dan kebiasaan, pelaporan tanpa takut, belajar dari kejadian, dan keteladanan pimpinan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nilai dan kebiasaan dan pelaporan tanpa takut. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan peran dan tanggung jawab personel. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk peran dan tanggung jawab personel, kolom khusus dapat mencakup pimpinan, dosen atau peneliti, laboran/teknisi, dan mahasiswa atau pengguna. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin

namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pimpinan dan dosen atau peneliti. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan pemilihan dan pengelolaan apd. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk pemilihan dan pengelolaan apd, kolom khusus dapat mencakup berdasarkan penilaian bahaya, kesesuaian ukuran dan fungsi, inspeksi kondisi, dan pelatihan penggunaan tingkat umum. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan berdasarkan penilaian bahaya dan kesesuaian ukuran dan fungsi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan housekeeping dan 5s. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk housekeeping dan 5s, kolom khusus dapat mencakup area kerja rapi, jalur akses tidak terhalang, label dan penyimpanan konsisten, dan pembersihan terjadwal. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak

lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan area kerja rapi dan jalur akses tidak terhalang. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk higiene laboratorium. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk higiene laboratorium, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas larangan makan/minum di area laboratorium, memperbaiki cuci tangan, atau memperkuat pemisahan barang pribadi. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan larangan makan/minum di area laboratorium dan cuci tangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk pengelolaan limbah laboratorium. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk pengelolaan limbah laboratorium, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti,

bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas identifikasi jenis limbah, memperbaiki segregasi, atau memperkuat label dan wadah sesuai. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identifikasi jenis limbah dan segregasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk komunikasi dan pelatihan k3. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk komunikasi dan pelatihan k3, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas induksi pengguna, memperbaiki briefing sebelum kegiatan, atau memperkuat signage. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan induksi pengguna dan briefing sebelum kegiatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk inspeksi dan audit k3. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk inspeksi dan audit k3, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren

menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas checklist, memperbaiki temuan, atau memperkuat prioritas tindakan. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan checklist dan temuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 9.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk k3 dan keberlanjutan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk k3 dan keberlanjutan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas pencegahan limbah, memperbaiki efisiensi bahan, atau memperkuat pemilihan alternatif lebih aman bila layak. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pencegahan limbah dan efisiensi bahan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

9.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap tujuan dan kebijakan k3 pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk peran dan tanggung jawab personel tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.

3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau housekeeping dan 5s selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan pengelolaan limbah laboratorium dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 9, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

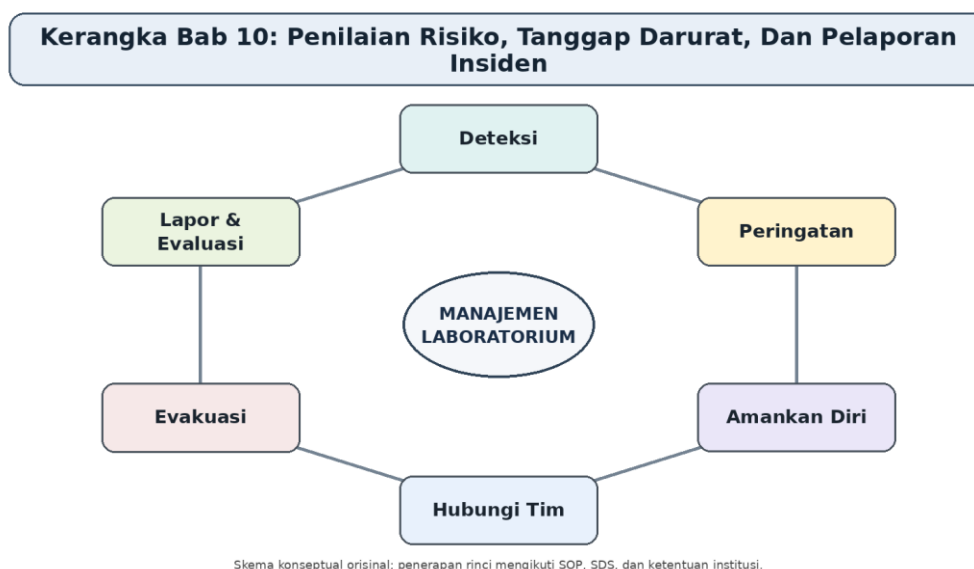
BAB 10 PENILAIAN RISIKO, TANGGAP DARURAT, DAN PELAPORAN INSIDEN

10.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menerapkan K3, asesmen risiko, penggunaan APD, pengendalian tumpahan, kebakaran, pertolongan pertama, dan pelaporan insiden.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

10.2 Peta Konsep



Gambar 10.1 Peta konsep utama Bab 10

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

10.3 Rencana tanggap darurat laboratorium

Dalam manajemen laboratorium kimia, rencana tanggap darurat laboratorium perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup skenario yang mungkin, peran dan kontak darurat, jalur evakuasi, dan peralatan darurat dan latihan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan.

Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, rencana tanggap darurat laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan skenario yang mungkin tidak terlepas dari peran dan kontak darurat, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa jalur evakuasi dan peralatan darurat dan latihan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada rencana tanggap darurat laboratorium sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, skenario yang mungkin yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan peran dan kontak darurat yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh jalur evakuasi yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

10.3.1 Fokus Operasional

- Skenario yang mungkin.
- Peran dan kontak darurat.
- Jalur evakuasi.
- Peralatan darurat dan latihan.

Dari perspektif mutu, rencana tanggap darurat laboratorium harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa skenario yang mungkin sudah tersedia, tetapi peran dan kontak darurat belum konsisten. Dampaknya, jalur evakuasi sulit diverifikasi dan peralatan darurat dan latihan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah

formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

10.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk rencana tanggap darurat laboratorium, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan skenario yang mungkin, konsistensi peran dan kontak darurat, keterkendalian jalur evakuasi, dan tersedianya bukti tentang peralatan darurat dan latihan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk rencana tanggap darurat laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

10.4 Sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat

Pembahasan sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah cara mengaktifkan alarm, saluran komunikasi, informasi yang harus disampaikan, serta larangan bertindak di luar kompetensi. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan cara mengaktifkan alarm, konsistensi saluran komunikasi, keterkendalian informasi yang harus disampaikan, dan tersedianya bukti tentang larangan bertindak di luar kompetensi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap

memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, cara mengaktifkan alarm yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan saluran komunikasi yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh informasi yang harus disampaikan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

10.4.1 Fokus Operasional

- Cara mengaktifkan alarm.
- Saluran komunikasi.
- Informasi yang harus disampaikan.
- Larangan bertindak di luar kompetensi.

Dari perspektif mutu, sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa cara mengaktifkan alarm sudah tersedia, tetapi saluran komunikasi belum konsisten. Dampaknya, informasi yang harus disampaikan sulit diverifikasi dan larangan bertindak di luar kompetensi sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

10.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada cara mengaktifkan

alarm dan saluran komunikasi. Tahap pelaksanaan mengendalikan informasi yang harus disampaikan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai larangan bertindak di luar kompetensi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 10.1 Matriks penerapan untuk sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Cara mengaktifkan alarm	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Saluran komunikasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Informasi yang harus disampaikan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Larangan bertindak di luar kompetensi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

10.5 Tumpahan bahan kimia: prinsip respons

Pembahasan tumpahan bahan kimia: prinsip respons dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah prioritaskan keselamatan manusia, isolasi area bila aman, rujuk SDS dan SOP, serta serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan

diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, tumpahan bahan kimia: prinsip respons sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan prioritaskan keselamatan manusia tidak terlepas dari isolasi area bila aman, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa rujuk SDS dan SOP dan serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada tumpahan bahan kimia: prinsip respons sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, prioritaskan keselamatan manusia yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan isolasi area bila aman yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh rujuk SDS dan SOP yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

10.5.1 Fokus Operasional

- Prioritaskan keselamatan manusia.
- Isolasi area bila aman.
- Rujuk sds dan sop.
- Serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian.

Konsistensi tumpahan bahan kimia: prinsip respons juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai prioritaskan keselamatan manusia, isolasi area bila aman, rujuk SDS dan SOP, dan serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap tumpahan bahan kimia: prinsip respons. Kelompok pertama menekankan prioritaskan keselamatan manusia, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada isolasi area bila aman. Jika tidak ada standar bersama, rujuk SDS dan SOP dan serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian

menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

10.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk tumpahan bahan kimia: prinsip respons, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan prioritaskan keselamatan manusia, konsistensi isolasi area bila aman, keterkendalian rujuk SDS dan SOP, dan tersedianya bukti tentang serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk tumpahan bahan kimia: prinsip respons dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

10.6 Kebakaran: prinsip respons

Secara operasional, kebakaran: prinsip respons menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan aktifkan alarm dengan evakuasi bila perlu, kemudian memastikan gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman dan hubungi layanan darurat sesuai prosedur menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kebakaran: prinsip respons, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan aktifkan alarm, konsistensi evakuasi bila perlu, keterkendalian gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman, dan tersedianya bukti tentang hubungi layanan darurat sesuai prosedur. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium

membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada kebakaran: prinsip respons perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

10.6.1 Fokus Operasional

- Aktifkan alarm.
- Evakuasi bila perlu.
- Gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman.
- Hubungi layanan darurat sesuai prosedur.

Dari perspektif mutu, kebakaran: prinsip respons harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa aktifkan alarm sudah tersedia, tetapi evakuasi bila perlu belum konsisten. Dampaknya, gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman sulit diverifikasi dan hubungi layanan darurat sesuai prosedur sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

10.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, kebakaran: prinsip respons sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan aktifkan alarm tidak terlepas dari evakuasi bila perlu, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman dan hubungi layanan darurat sesuai prosedur benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk kebakaran: prinsip respons dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 10.2 Matriks penerapan untuk kebakaran: prinsip respons

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Aktifkan alarm	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Evakuasi bila perlu	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Hubungi layanan darurat sesuai prosedur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

10.7 Paparan pada mata atau kulit

Dalam manajemen laboratorium kimia, paparan pada mata atau kulit perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan, minta bantuan, ikuti SDS dan SOP, dan dapatkan evaluasi medis bila diperlukan. Keempat unsur tersebut

memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan dan minta bantuan. Tahap pelaksanaan mengendalikan ikuti SDS dan SOP, sedangkan tahap pemeriksaan menilai dapatkan evaluasi medis bila diperlukan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan, minta bantuan, atau ikuti SDS dan SOP dapat mengubah kebutuhan terhadap dapatkan evaluasi medis bila diperlukan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

10.7.1 Fokus Operasional

- Gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan.
- Minta bantuan.
- Ikuti sds dan sop.
- Dapatkan evaluasi medis bila diperlukan.

Indikator kinerja untuk paparan pada mata atau kulit tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan sudah tersedia, tetapi minta bantuan belum konsisten. Dampaknya, ikuti SDS dan SOP sulit diverifikasi dan dapatkan evaluasi medis bila diperlukan sering bergantung pada orang tertentu.

Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

10.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk paparan pada mata atau kulit, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan, konsistensi minta bantuan, keterkendalian ikuti SDS dan SOP, dan tersedianya bukti tentang dapatkan evaluasi medis bila diperlukan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk paparan pada mata atau kulit dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

10.8 Pertolongan pertama di laboratorium

Pembahasan pertolongan pertama di laboratorium dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah prioritas keselamatan penolong, bantuan oleh personel terlatih, aktivasi layanan medis, serta pencatatan kejadian. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada prioritas keselamatan penolong dan bantuan oleh personel terlatih. Tahap pelaksanaan mengendalikan aktivasi layanan medis, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pencatatan kejadian melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel.

Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan prioritas keselamatan penolong, bantuan oleh personel terlatih, atau aktivasi layanan medis dapat mengubah kebutuhan terhadap pencatatan kejadian. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

10.8.1 Fokus Operasional

- Prioritas keselamatan penolong.
- Bantuan oleh personel terlatih.
- Aktivasi layanan medis.
- Pencatatan kejadian.

Dari perspektif mutu, pertolongan pertama di laboratorium harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap pertolongan pertama di laboratorium. Kelompok pertama menekankan prioritas keselamatan penolong, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada bantuan oleh personel terlatih. Jika tidak ada standar bersama, aktivasi layanan medis dan pencatatan kejadian menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

10.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, pertolongan pertama di laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan prioritas keselamatan penolong tidak terlepas dari bantuan oleh personel terlatih, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa aktivasi layanan medis dan

pencatatan kejadian benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk pertolongan pertama di laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 10.3 Matriks penerapan untuk pertolongan pertama di laboratorium

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Prioritas keselamatan penolong	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Bantuan oleh personel terlatih	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Aktivasi layanan medis	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pencatatan kejadian	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

10.9 Evakuasi dan titik kumpul

Pembahasan evakuasi dan titik kumpul dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah jalur evakuasi, tidak menggunakan jalur berbahaya, akuntabilitas personel, serta izin kembali dari otoritas yang berwenang. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk evakuasi dan titik kumpul, kriteria tersebut dapat berupa

kelengkapan jalur evakuasi, konsistensi tidak menggunakan jalur berbahaya, keterkendalian akuntabilitas personel, dan tersedianya bukti tentang izin kembali dari otoritas yang berwenang. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada evakuasi dan titik kumpul perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

10.9.1 Fokus Operasional

- Jalur evakuasi.
- Tidak menggunakan jalur berbahaya.
- Akuntabilitas personel.
- Izin kembali dari otoritas yang berwenang.

Konsistensi evakuasi dan titik kumpul juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai jalur evakuasi, tidak menggunakan jalur berbahaya, akuntabilitas personel, dan izin kembali dari otoritas yang berwenang harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa jalur evakuasi sudah tersedia, tetapi tidak menggunakan jalur berbahaya belum konsisten. Dampaknya, akuntabilitas personel sulit diverifikasi dan izin kembali dari otoritas yang berwenang sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

10.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada jalur evakuasi dan tidak menggunakan jalur berbahaya. Tahap pelaksanaan mengendalikan akuntabilitas personel, sedangkan tahap pemeriksaan menilai izin kembali dari otoritas yang berwenang melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk evakuasi dan titik kumpul dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

10.10 Pelaporan insiden dan near miss

Pembahasan pelaporan insiden dan near miss dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah fakta kejadian, waktu dan lokasi, tindakan awal, serta pelapor dan tindak lanjut. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, pelaporan insiden dan near miss sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan fakta kejadian tidak terlepas dari waktu dan lokasi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa tindakan awal dan pelapor dan tindak lanjut benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada pelaporan insiden dan near miss sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, fakta kejadian yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan waktu dan lokasi yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh tindakan awal yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif,

kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

10.10.1 Fokus Operasional

- Fakta kejadian.
- Waktu dan lokasi.
- Tindakan awal.
- Pelapor dan tindak lanjut.

Konsistensi pelaporan insiden dan near miss juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai fakta kejadian, waktu dan lokasi, tindakan awal, dan pelapor dan tindak lanjut harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai pelaporan insiden dan near miss sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada fakta kejadian dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan waktu dan lokasi, atau tidak adanya pemantauan tindakan awal. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pelapor dan tindak lanjut menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

10.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk pelaporan insiden dan near miss, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan fakta kejadian, konsistensi waktu dan lokasi, keterkendalian tindakan awal, dan tersedianya bukti tentang pelapor dan tindak lanjut. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk pelaporan insiden dan near miss dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 10.4 Matriks penerapan untuk pelaporan insiden dan near miss

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Fakta kejadian	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Waktu dan lokasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tindakan awal	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelapor dan tindak lanjut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

10.11 Investigasi dan akar penyebab

Dalam manajemen laboratorium kimia, investigasi dan akar penyebab perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup membedakan sebab langsung dan sistemik, menghindari budaya menyalahkan, tindakan korektif, dan verifikasi efektivitas. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada membedakan sebab langsung dan sistemik dan menghindari budaya menyalahkan. Tahap pelaksanaan mengendalikan tindakan korektif, sedangkan tahap pemeriksaan menilai verifikasi efektivitas melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada investigasi dan akar penyebab sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, membedakan sebab langsung dan sistemik yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan menghindari budaya menyalahkan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh tindakan korektif yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

10.11.1 Fokus Operasional

- Membedakan sebab langsung dan sistemik.
- Menghindari budaya menyalahkan.
- Tindakan korektif.
- Verifikasi efektivitas.

Dari perspektif mutu, investigasi dan akar penyebab harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap investigasi dan akar penyebab. Kelompok pertama menekankan membedakan sebab langsung dan sistemik, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada menghindari budaya menyalahkan. Jika tidak ada standar bersama, tindakan korektif dan verifikasi efektivitas menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

10.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada membedakan sebab langsung dan sistemik dan menghindari budaya menyalahkan. Tahap pelaksanaan mengendalikan tindakan korektif, sedangkan tahap pemeriksaan menilai verifikasi efektivitas melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi

personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk investigasi dan akar penyebab dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

10.12 Simulasi dan kesiapsiagaan

Dalam manajemen laboratorium kimia, simulasi dan kesiapsiagaan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup latihan berkala, evaluasi respons, perbaikan rencana, dan komunikasi hasil latihan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, simulasi dan kesiapsiagaan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan latihan berkala tidak terlepas dari evaluasi respons, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa perbaikan rencana dan komunikasi hasil latihan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada simulasi dan kesiapsiagaan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, latihan berkala yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan evaluasi respons yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh perbaikan rencana yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

10.12.1 Fokus Operasional

- Latihan berkala.
- Evaluasi respons.

- Perbaikan rencana.
- Komunikasi hasil latihan.

Indikator kinerja untuk simulasi dan kesiapsiagaan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai simulasi dan kesiapsiagaan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada latihan berkala dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan evaluasi respons, atau tidak adanya pemantauan perbaikan rencana. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, komunikasi hasil latihan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

10.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, simulasi dan kesiapsiagaan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan latihan berkala tidak terlepas dari evaluasi respons, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa perbaikan rencana dan komunikasi hasil latihan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk simulasi dan kesiapsiagaan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 10.5 Matriks penerapan untuk simulasi dan kesiapsiagaan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Latihan berkala	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Evaluasi respons	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Perbaikan rencana	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Komunikasi hasil latihan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

10.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 10.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Rencana tanggap darurat laboratorium	Checklist atau rekaman yang menunjukkan skenario yang mungkin, peran dan kontak darurat, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat	Checklist atau rekaman yang menunjukkan cara mengaktifkan alarm, saluran komunikasi, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Tumpahan bahan kimia: prinsip respons	Checklist atau rekaman yang menunjukkan prioritaskan keselamatan manusia, isolasi area bila aman, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kebakaran: prinsip respons	Checklist atau rekaman yang menunjukkan aktifkan alarm, evakuasi bila perlu, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Paparan pada mata atau kulit	Checklist atau rekaman yang menunjukkan gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan, minta bantuan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

10.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 10.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Rencana tanggap darurat laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau skenario yang mungkin tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap peran dan kontak darurat.
Sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat	Informasi tidak mutakhir atau cara mengaktifkan alarm tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap saluran komunikasi.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Tumpahan bahan kimia: prinsip respons	Informasi tidak mutakhir atau prioritaskan keselamatan manusia tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap isolasi area bila aman.
Kebakaran: prinsip respons	Informasi tidak mutakhir atau aktifkan alarm tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap evakuasi bila perlu.
Paparan pada mata atau kulit	Informasi tidak mutakhir atau gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap minta bantuan.
Pertolongan pertama di laboratorium	Informasi tidak mutakhir atau prioritas keselamatan penolong tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap bantuan oleh personel terlatih.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

10.15 Ringkasan Bab

- Rencana tanggap darurat laboratorium: skenario yang mungkin, peran dan kontak darurat, jalur evakuasi, dan peralatan darurat dan latihan.
- Sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat: cara mengaktifkan alarm, saluran komunikasi, informasi yang harus disampaikan, dan larangan bertindak di luar kompetensi.
- Tumpahan bahan kimia: prinsip respons: prioritaskan keselamatan manusia, isolasi area bila aman, rujuk SDS dan SOP, dan serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian.
- Kebakaran: prinsip respons: aktifkan alarm, evakuasi bila perlu, gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman, dan hubungi layanan darurat sesuai prosedur.
- Paparan pada mata atau kulit: gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan, minta bantuan, ikuti SDS dan SOP, dan dapatkan evaluasi medis bila diperlukan.
- Pertolongan pertama di laboratorium: prioritas keselamatan penolong, bantuan oleh personel terlatih, aktivasi layanan medis, dan pencatatan kejadian.
- Evakuasi dan titik kumpul: jalur evakuasi, tidak menggunakan jalur berbahaya, akuntabilitas personel, dan izin kembali dari otoritas yang berwenang.
- Pelaporan insiden dan near miss: fakta kejadian, waktu dan lokasi, tindakan awal, dan pelapor dan tindak lanjut.

- Investigasi dan akar penyebab: membedakan sebab langsung dan sistemik, menghindari budaya menyalahkan, tindakan korektif, dan verifikasi efektivitas.
- Simulasi dan kesiapsiagaan: latihan berkala, evaluasi respons, perbaikan rencana, dan komunikasi hasil latihan.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

10.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 10.1. Jelaskan mengapa rencana tanggap darurat laboratorium harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan rencana tanggap darurat laboratorium sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah skenario yang mungkin, peran dan kontak darurat, jalur evakuasi, dan peralatan darurat dan latihan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan skenario yang mungkin dan peran dan kontak darurat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.2. Jelaskan mengapa sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah cara mengaktifkan alarm, saluran komunikasi, informasi yang harus disampaikan, dan larangan bertindak di luar kompetensi. Mahasiswa perlu menunjukkan

hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan cara mengaktifkan alarm dan saluran komunikasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.3. Jelaskan mengapa tumpahan bahan kimia: prinsip respons harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan tumpahan bahan kimia: prinsip respons sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah prioritaskan keselamatan manusia, isolasi area bila aman, rujuk SDS dan SOP, dan serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan prioritaskan keselamatan manusia dan isolasi area bila aman. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.4. Jelaskan mengapa kebakaran: prinsip respons harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan kebakaran: prinsip respons sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah aktifkan alarm, evakuasi bila perlu, gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila

aman, dan hubungi layanan darurat sesuai prosedur. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan aktifkan alarm dan evakuasi bila perlu. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.5. Jelaskan mengapa paparan pada mata atau kulit harus dikelola sebagai bagian dari sistem laboratorium dan bukan sebagai kegiatan terpisah. Gunakan sedikitnya empat unsur analisis.

Pembahasan. Jawaban yang baik menempatkan paparan pada mata atau kulit sebagai proses yang mempunyai tujuan, input, penanggung jawab, kriteria, rekaman, dan tindak lanjut. Empat unsur yang dapat dibahas ialah gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan, minta bantuan, ikuti SDS dan SOP, dan dapatkan evaluasi medis bila diperlukan. Mahasiswa perlu menunjukkan hubungan antarelemen: perubahan pada satu elemen dapat memengaruhi keselamatan, mutu, biaya, atau kelancaran layanan. Selain itu, analisis seharusnya menyebut perlunya dokumen terkendali dan bukti objektif agar keputusan dapat ditelusuri. Kesimpulan yang kuat menegaskan bahwa pengelolaan bukan sekadar kepatuhan administratif, tetapi cara untuk membuat kinerja konsisten dan dapat diperbaiki dari waktu ke waktu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan dan minta bantuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.6. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada pertolongan pertama di laboratorium: sebagian pengguna menerapkan prioritas keselamatan penolong, tetapi pencatatan bantuan oleh personel terlatih tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku,

wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan prioritas keselamatan penolong dan bantuan oleh personel terlatih. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah aktivasi layanan medis dan pencatatan kejadian menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan prioritas keselamatan penolong dan bantuan oleh personel terlatih. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.7. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada evakuasi dan titik kumpul: sebagian pengguna menerapkan jalur evakuasi, tetapi pencatatan tidak menggunakan jalur berbahaya tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan jalur evakuasi dan tidak menggunakan jalur berbahaya. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah akuntabilitas personel dan izin kembali dari otoritas yang berwenang menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan jalur evakuasi dan tidak menggunakan jalur berbahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.8. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada pelaporan insiden dan near miss: sebagian pengguna menerapkan fakta kejadian, tetapi

pencatatan waktu dan lokasi tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan fakta kejadian dan waktu dan lokasi. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah tindakan awal dan pelapor dan tindak lanjut menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan fakta kejadian dan waktu dan lokasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.9. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada investigasi dan akar penyebab: sebagian pengguna menerapkan membedakan sebab langsung dan sistemik, tetapi pencatatan menghindari budaya menyalahkan tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan membedakan sebab langsung dan sistemik dan menghindari budaya menyalahkan. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah tindakan korektif dan verifikasi efektivitas menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan membedakan sebab langsung dan sistemik dan menghindari budaya menyalahkan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara

mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.10. Sebuah laboratorium menemukan ketidakkonsistenan pada simulasi dan kesiapsiagaan: sebagian pengguna menerapkan latihan berkala, tetapi pencatatan evaluasi respons tidak seragam. Analisis langkah perbaikan pada tingkat sistem.

Pembahasan. Perbaikan dimulai dengan memastikan fakta, ruang lingkup, dan risiko ketidakkonsistenan. Pengelola perlu memeriksa prosedur yang berlaku, wawancara singkat dengan pengguna, serta rekaman yang berkaitan dengan latihan berkala dan evaluasi respons. Selanjutnya, tetapkan standar minimum yang mudah diterapkan, penanggung jawab, serta bentuk rekaman yang proporsional. Bila aspek tersebut menyentuh keselamatan atau bahan berbahaya, keputusan harus merujuk SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten. Setelah prosedur disosialisasikan, lakukan pemantauan untuk melihat apakah perbaikan rencana dan komunikasi hasil latihan menjadi lebih konsisten. Temuan berulang harus diperlakukan sebagai indikasi bahwa akar masalah belum selesai, misalnya karena desain proses, sumber daya, atau pelatihan belum memadai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan latihan berkala dan evaluasi respons. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.11. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan rencana tanggap darurat laboratorium. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk rencana tanggap darurat laboratorium, kolom khusus dapat mencakup skenario yang mungkin, peran dan kontak darurat, jalur evakuasi, dan peralatan darurat dan latihan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan skenario yang mungkin dan peran dan kontak darurat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium

nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.12. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk sistem alarm dan komunikasi keadaan darurat, kolom khusus dapat mencakup cara mengaktifkan alarm, saluran komunikasi, informasi yang harus disampaikan, dan larangan bertindak di luar kompetensi. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan cara mengaktifkan alarm dan saluran komunikasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.13. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan tumpahan bahan kimia: prinsip respons. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk tumpahan bahan kimia: prinsip respons, kolom khusus dapat mencakup prioritaskan keselamatan manusia, isolasi area bila aman, rujuk SDS dan SOP, dan serahkan penanganan pada personel terlatih sesuai tingkat kejadian. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan prioritas keselamatan manusia dan isolasi area bila aman. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.14. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan kebakaran: prinsip respons. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk kebakaran: prinsip respons, kolom khusus dapat mencakup aktifkan alarm, evakuasi bila perlu, gunakan alat pemadam hanya oleh orang terlatih dan bila aman, dan hubungi layanan darurat sesuai prosedur. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan aktifkan alarm dan evakuasi bila perlu. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.15. Rancang elemen minimum sebuah formulir atau checklist untuk mengendalikan paparan pada mata atau kulit. Sebutkan data yang harus dicatat dan alasan setiap kelompok data.

Pembahasan. Formulir minimum sebaiknya memuat identitas objek atau kegiatan, tanggal, lokasi, personel yang bertanggung jawab, kriteria pemeriksaan, hasil, status, serta tindak lanjut. Untuk paparan pada mata atau kulit, kolom khusus dapat mencakup gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan, minta bantuan, ikuti SDS dan SOP, dan dapatkan evaluasi medis bila diperlukan. Identitas dan tanggal diperlukan untuk ketertelusuran; kriteria mencegah keputusan subjektif; hasil menunjukkan fakta yang diamati; status memudahkan pengambilan keputusan; sedangkan tindak lanjut memastikan ketidaksesuaian tidak berhenti sebagai catatan. Formulir harus sesingkat mungkin namun cukup untuk mendukung keputusan dan audit. Bila menggunakan sistem elektronik, hak akses, pencadangan, dan riwayat perubahan perlu dipertimbangkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan gunakan fasilitas pencucian darurat sesuai pelatihan dan minta bantuan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.16. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk pertolongan pertama di laboratorium. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk pertolongan pertama di laboratorium, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas prioritas keselamatan penolong, memperbaiki bantuan oleh personel terlatih, atau memperkuat aktivasi layanan medis. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan prioritas keselamatan penolong dan bantuan oleh personel terlatih. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.17. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk evakuasi dan titik kumpul. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk evakuasi dan titik kumpul, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas jalur evakuasi, memperbaiki tidak menggunakan jalur berbahaya, atau memperkuat akuntabilitas personel. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan jalur evakuasi dan tidak menggunakan jalur berbahaya. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.18. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk pelaporan insiden dan near miss. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk pelaporan insiden dan near miss, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas fakta kejadian, memperbaiki waktu dan lokasi, atau memperkuat tindakan awal. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan fakta kejadian dan waktu dan lokasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.19. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk investigasi dan akar penyebab. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk investigasi dan akar penyebab, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas membedakan sebab langsung dan sistemik, memperbaiki menghindari budaya menyalahkan, atau memperkuat tindakan korektif. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan membedakan sebab langsung dan sistemik dan menghindari budaya menyalahkan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 10.20. Buat indikator kinerja dan metode audit untuk simulasi dan kesiapsiagaan. Jelaskan bagaimana data indikator digunakan untuk tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan.

Pembahasan. Indikator harus dekat dengan tujuan proses. Untuk simulasi dan kesiapsiagaan, contoh indikator ialah kelengkapan rekaman, ketepatan waktu kegiatan, jumlah penyimpangan, atau persentase tindak lanjut selesai. Data perlu dikumpulkan dengan definisi yang konsisten agar tren dapat dibandingkan. Audit kemudian memeriksa kesesuaian antara praktik, dokumen, dan hasil. Jika tren menunjukkan masalah, pengelola menelusuri akar penyebab melalui bukti, bukan asumsi. Tindakan korektif diarahkan pada penyebab, misalnya memperjelas latihan berkala, memperbaiki evaluasi respons, atau memperkuat perbaikan rencana. Efektivitas dinilai kembali setelah periode yang wajar. Dengan demikian, indikator bukan angka untuk laporan semata, tetapi alat untuk memilih prioritas perbaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan latihan berkala dan evaluasi respons. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

10.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap rencana tanggap darurat laboratorium pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk tumpahan bahan kimia: prinsip respons tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau paparan pada mata atau kulit selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan evakuasi dan titik kumpul dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.

5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 10, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

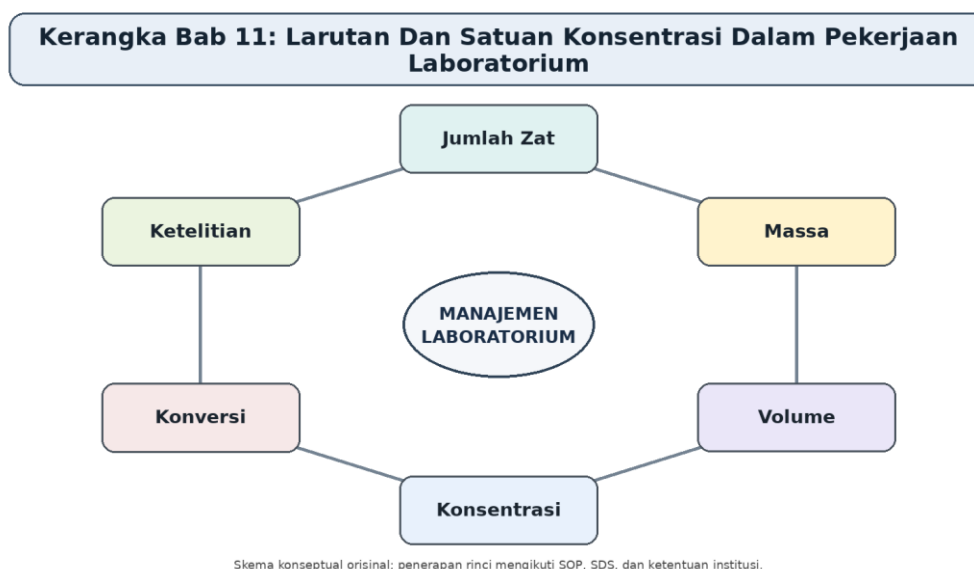
BAB 11 LARUTAN DAN SATUAN KONSENTRASI DALAM PEKERJAAN LABORATORIUM

11.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menjelaskan larutan, satuan konsentrasi, dan perhitungan yang diperlukan dalam pekerjaan laboratorium.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

11.2 Peta Konsep



Gambar 11.1 Peta konsep utama Bab 11

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

11.3 Konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut

Secara operasional, konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan larutan homogen dengan komponen larutan, kemudian memastikan konsentrasi sebagai ukuran komposisi dan pemilihan satuan sesuai tujuan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi

keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan larutan homogen, konsistensi komponen larutan, keterkendalian konsentrasi sebagai ukuran komposisi, dan tersedianya bukti tentang pemilihan satuan sesuai tujuan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan larutan homogen, komponen larutan, atau konsentrasi sebagai ukuran komposisi dapat mengubah kebutuhan terhadap pemilihan satuan sesuai tujuan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

11.3.1 Fokus Operasional

- Larutan homogen.
- Komponen larutan.
- Konsentrasi sebagai ukuran komposisi.
- Pemilihan satuan sesuai tujuan.

Konsistensi konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai larutan homogen, komponen larutan, konsentrasi sebagai ukuran komposisi, dan pemilihan satuan sesuai tujuan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa larutan homogen sudah tersedia, tetapi komponen larutan belum konsisten. Dampaknya, konsentrasi sebagai ukuran komposisi sulit diverifikasi dan pemilihan satuan sesuai tujuan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan

indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

11.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan larutan homogen tidak terlepas dari komponen larutan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa konsentrasi sebagai ukuran komposisi dan pemilihan satuan sesuai tujuan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

11.4 Molaritas

Dalam manajemen laboratorium kimia, molaritas perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup mol zat terlarut, volume larutan, satuan mol per liter, dan ketergantungan volume pada temperatur. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk molaritas, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan mol zat terlarut, konsistensi volume larutan, keterkendalian satuan mol per liter, dan tersedianya bukti tentang ketergantungan volume pada temperatur. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada molaritas sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, mol zat terlarut yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan volume larutan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh satuan mol per liter yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

11.4.1 Fokus Operasional

- Mol zat terlarut.
- Volume larutan.
- Satuan mol per liter.
- Ketergantungan volume pada temperatur.

Dari perspektif mutu, molaritas harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai molaritas sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada mol zat terlarut dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan volume larutan, atau tidak adanya pemantauan satuan mol per liter. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, ketergantungan volume pada temperatur menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

11.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada mol zat terlarut dan volume larutan. Tahap pelaksanaan mengendalikan satuan mol per liter, sedangkan tahap pemeriksaan menilai ketergantungan volume pada temperatur melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk molaritas dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$C = n / V$$

Tabel 11.1 Matriks penerapan untuk molaritas

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Mol zat terlarut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Volume larutan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Satuan mol per liter	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Ketergantungan volume pada temperatur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

11.5 Molalitas

Secara operasional, molalitas menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan mol zat terlarut dengan massa pelarut, kemudian memastikan satuan mol per kilogram dan berguna ketika basis massa diperlukan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk molalitas, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan mol zat terlarut, konsistensi massa pelarut, keterkendalian satuan mol per kilogram, dan tersedianya bukti tentang berguna ketika basis massa diperlukan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa

melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada molalitas perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

11.5.1 Fokus Operasional

- Mol zat terlarut.
- Massa pelarut.
- Satuan mol per kilogram.
- Berguna ketika basis massa diperlukan.

Indikator kinerja untuk molalitas tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap molalitas. Kelompok pertama menekankan mol zat terlarut, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada massa pelarut. Jika tidak ada standar bersama, satuan mol per kilogram dan berguna ketika basis massa diperlukan menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

11.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, molalitas sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan mol zat terlarut tidak terlepas dari massa pelarut, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa satuan mol per kilogram dan berguna ketika basis massa diperlukan benar-benar dilaksanakan.

Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk molalitas dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$m = n / m_{\text{pelarut}} \text{ (kg)}$$

11.6 Normalitas dan ekuivalen

Pembahasan normalitas dan ekuivalen dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah bergantung pada reaksi, harus menyatakan konteks reaksi, tidak selalu menjadi satuan pilihan modern, serta hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk normalitas dan ekuivalen, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan bergantung pada reaksi, konsistensi harus menyatakan konteks reaksi, keterkendalian tidak selalu menjadi satuan pilihan modern, dan tersedianya bukti tentang hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan bergantung pada reaksi, harus menyatakan konteks reaksi, atau tidak selalu menjadi satuan pilihan modern dapat mengubah kebutuhan terhadap hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

11.6.1 Fokus Operasional

- Bergantung pada reaksi.
- Harus menyatakan konteks reaksi.
- Tidak selalu menjadi satuan pilihan modern.
- Hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen.

Indikator kinerja untuk normalitas dan ekuivalen tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap normalitas dan ekuivalen. Kelompok pertama menekankan bergantung pada reaksi, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada harus menyatakan konteks reaksi. Jika tidak ada standar bersama, tidak selalu menjadi satuan pilihan modern dan hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

11.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada bergantung pada reaksi dan harus menyatakan konteks reaksi. Tahap pelaksanaan mengendalikan tidak selalu menjadi satuan pilihan modern, sedangkan tahap pemeriksaan menilai hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk normalitas dan ekuivalen dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$N = \text{ekuivalen} / V (L)$$

Tabel 11.2 Matriks penerapan untuk normalitas dan ekuivalen

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Bergantung pada reaksi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Harus menyatakan konteks reaksi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tidak selalu menjadi satuan pilihan modern	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

11.7 Persen massa, volume, dan massa/volume

Secara operasional, persen massa, volume, dan massa/volume menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan basis 100 bagian dengan harus menyebut jenis persen, kemudian memastikan konsistensi satuan dan ketepatan label menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk persen massa, volume, dan massa/volume, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan basis 100 bagian, konsistensi harus menyebut jenis persen, keterkendalian konsistensi satuan, dan tersedianya bukti tentang ketepatan label. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada persen massa, volume, dan massa/volume sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, basis 100 bagian yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan harus menyebut jenis persen yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh konsistensi satuan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

11.7.1 Fokus Operasional

- Basis 100 bagian.
- Harus menyebut jenis persen.
- Konsistensi satuan.
- Ketepatan label.

Dari perspektif mutu, persen massa, volume, dan massa/volume harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai persen massa, volume, dan massa/volume sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada basis 100 bagian dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan harus menyebut jenis persen, atau tidak adanya pemantauan konsistensi satuan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, ketepatan label menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

11.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, persen massa, volume, dan massa/volume sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan basis 100 bagian tidak terlepas dari harus menyebut jenis persen, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa konsistensi satuan dan ketepatan label benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan

menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk persen massa, volume, dan massa/volume dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\% (b/b) = (\text{massa zat terlarut} / \text{massa larutan}) \times 100\%$$

11.8 ppm dan ppb

Pembahasan ppm dan ppb dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah kadar sangat kecil, basis massa atau volume harus jelas, konversi satuan, serta ketelitian analitik. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, ppm dan ppb sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan kadar sangat kecil tidak terlepas dari basis massa atau volume harus jelas, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa konversi satuan dan ketelitian analitik benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada ppm dan ppb perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

11.8.1 Fokus Operasional

- Kadar sangat kecil.

- Basis massa atau volume harus jelas.
- Konversi satuan.
- Ketelitian analitik.

Indikator kinerja untuk ppm dan ppb tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa kadar sangat kecil sudah tersedia, tetapi basis massa atau volume harus jelas belum konsisten. Dampaknya, konversi satuan sulit diverifikasi dan ketelitian analitik sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

11.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk ppm dan ppb, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kadar sangat kecil, konsistensi basis massa atau volume harus jelas, keterkendalian konversi satuan, dan tersedianya bukti tentang ketelitian analitik. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk ppm dan ppb dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\text{ppm} = \frac{\text{bagian zat}}{10^6 \text{ bagian campuran}}; \text{ppb} = \frac{\text{bagian zat}}{10^9 \text{ bagian campuran}}$$

Tabel 11.3 Matriks penerapan untuk ppm dan ppb

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kadar sangat kecil	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Basis massa atau volume harus jelas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Konversi satuan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Ketelitian analitik	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

11.9 Fraksi mol

Pembahasan fraksi mol dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah mol komponen dibagi jumlah mol total, tak berdimensi, jumlah fraksi mol satu, serta hubungan dengan komposisi campuran. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada mol komponen dibagi jumlah mol total dan tak berdimensi. Tahap pelaksanaan mengendalikan jumlah fraksi mol satu, sedangkan tahap pemeriksaan menilai hubungan dengan komposisi campuran melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada fraksi mol perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya

dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

11.9.1 Fokus Operasional

- Mol komponen dibagi jumlah mol total.
- Tak berdimensi.
- Jumlah fraksi mol satu.
- Hubungan dengan komposisi campuran.

Dari perspektif mutu, fraksi mol harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai fraksi mol sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada mol komponen dibagi jumlah mol total dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan tak berdimensi, atau tidak adanya pemantauan jumlah fraksi mol satu. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, hubungan dengan komposisi campuran menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

11.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, fraksi mol sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan mol komponen dibagi jumlah mol total tidak terlepas dari tak berdimensi, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa jumlah fraksi mol satu dan hubungan dengan komposisi campuran benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk fraksi mol dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab.

Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$x_i = n_i / \Sigma n$$

11.10 Densitas dan konversi konsentrasi

Pembahasan densitas dan konversi konsentrasi dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah massa per volume, pengaruh temperatur, digunakan saat menghubungkan basis massa dan volume, serta sumber data harus jelas. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk densitas dan konversi konsentrasi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan massa per volume, konsistensi pengaruh temperatur, keterkendalian digunakan saat menghubungkan basis massa dan volume, dan tersedianya bukti tentang sumber data harus jelas. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada densitas dan konversi konsentrasi perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

11.10.1 Fokus Operasional

- Massa per volume.
- Pengaruh temperatur.
- Digunakan saat menghubungkan basis massa dan volume.
- Sumber data harus jelas.

Dari perspektif mutu, densitas dan konversi konsentrasi harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa massa per volume sudah tersedia, tetapi pengaruh temperatur belum konsisten. Dampaknya, digunakan saat menghubungkan basis massa dan volume sulit diverifikasi dan sumber data harus jelas sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

11.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk densitas dan konversi konsentrasi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan massa per volume, konsistensi pengaruh temperatur, keterkendalian digunakan saat menghubungkan basis massa dan volume, dan tersedianya bukti tentang sumber data harus jelas. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk densitas dan konversi konsentrasi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\rho = m / V$$

Tabel 11.4 Matriks penerapan untuk densitas dan konversi konsentrasi

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
-------	---------	----------------	---------------

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Massa per volume	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pengaruh temperatur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Digunakan saat menghubungkan basis massa dan volume	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Sumber data harus jelas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

11.11 Angka penting dan ketidakpastian

Secara operasional, angka penting dan ketidakpastian menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan ketelitian alat dengan pembulatan, kemudian memastikan propagasi sederhana dan pelaporan hasil secara wajar menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk angka penting dan ketidakpastian, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan ketelitian alat, konsistensi pembulatan, keterkendalian propagasi sederhana, dan tersedianya bukti tentang pelaporan hasil secara wajar. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan ketelitian alat, pembulatan, atau propagasi sederhana dapat mengubah kebutuhan terhadap pelaporan hasil secara wajar. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen

perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

11.11.1 Fokus Operasional

- Ketelitian alat.
- Pembulatan.
- Propagasi sederhana.
- Pelaporan hasil secara wajar.

Dari perspektif mutu, angka penting dan ketidakpastian harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap angka penting dan ketidakpastian. Kelompok pertama menekankan ketelitian alat, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada pembulatan. Jika tidak ada standar bersama, propagasi sederhana dan pelaporan hasil secara wajar menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

11.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada ketelitian alat dan pembulatan. Tahap pelaksanaan mengendalikan propagasi sederhana, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pelaporan hasil secara wajar melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk angka penting dan ketidakpastian dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek,

dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

11.12 Lembar kerja perhitungan

Pembahasan lembar kerja perhitungan dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah data diketahui, rumus, substitusi dengan satuan, serta pemeriksaan kewajaran hasil. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, lembar kerja perhitungan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan data diketahui tidak terlepas dari rumus, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa substitusi dengan satuan dan pemeriksaan kewajaran hasil benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada lembar kerja perhitungan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

11.12.1 Fokus Operasional

- Data diketahui.
- Rumus.
- Substitusi dengan satuan.
- Pemeriksaan kewajaran hasil.

Konsistensi lembar kerja perhitungan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai data diketahui, rumus, substitusi dengan satuan, dan pemeriksaan kewajaran hasil harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai lembar kerja perhitungan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada data diketahui dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan rumus, atau tidak adanya pemantauan substitusi dengan satuan. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, pemeriksaan kewajaran hasil menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

11.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk lembar kerja perhitungan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan data diketahui, konsistensi rumus, keterkendalian substitusi dengan satuan, dan tersedianya bukti tentang pemeriksaan kewajaran hasil. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk lembar kerja perhitungan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 11.5 Matriks penerapan untuk lembar kerja perhitungan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Data diketahui	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Rumus	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Substitusi dengan satuan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pemeriksaan kewajaran hasil	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

11.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 11.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut	Checklist atau rekaman yang menunjukkan larutan homogen, komponen larutan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Molaritas	Checklist atau rekaman yang menunjukkan mol zat terlarut, volume larutan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Molalitas	Checklist atau rekaman yang menunjukkan mol zat terlarut, massa pelarut, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Normalitas dan ekuivalen	Checklist atau rekaman yang menunjukkan bergantung pada reaksi, harus menyatakan konteks reaksi, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Persen massa, volume, dan massa/volume	Checklist atau rekaman yang menunjukkan basis 100 bagian, harus menyebut jenis persen, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

11.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 11.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut	Informasi tidak mutakhir atau larutan homogen tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap komponen larutan.
Molaritas	Informasi tidak mutakhir atau mol zat terlarut tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap volume larutan.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Molalitas	Informasi tidak mutakhir atau mol zat terlarut tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap massa pelarut.
Normalitas dan ekuivalen	Informasi tidak mutakhir atau bergantung pada reaksi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap harus menyatakan konteks reaksi.
Persen massa, volume, dan massa/volume	Informasi tidak mutakhir atau basis 100 bagian tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap harus menyebut jenis persen.
ppm dan ppb	Informasi tidak mutakhir atau kadar sangat kecil tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap basis massa atau volume harus jelas.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

11.15 Ringkasan Bab

- Konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut: larutan homogen, komponen larutan, konsentrasi sebagai ukuran komposisi, dan pemilihan satuan sesuai tujuan.
- Molaritas: mol zat terlarut, volume larutan, satuan mol per liter, dan ketergantungan volume pada temperatur.
- Molalitas: mol zat terlarut, massa pelarut, satuan mol per kilogram, dan berguna ketika basis massa diperlukan.
- Normalitas dan ekuivalen: bergantung pada reaksi, harus menyatakan konteks reaksi, tidak selalu menjadi satuan pilihan modern, dan hindari penggunaan tanpa definisi ekuivalen.
- Persen massa, volume, dan massa/volume: basis 100 bagian, harus menyebut jenis persen, konsistensi satuan, dan ketepatan label.
- ppm dan ppb: kadar sangat kecil, basis massa atau volume harus jelas, konversi satuan, dan ketelitian analitik.
- Fraksi mol: mol komponen dibagi jumlah mol total, tak berdimensi, jumlah fraksi mol satu, dan hubungan dengan komposisi campuran.
- Densitas dan konversi konsentrasi: massa per volume, pengaruh temperatur, digunakan saat menghubungkan basis massa dan volume, dan sumber data harus jelas.
- Angka penting dan ketidakpastian: ketelitian alat, pembulatan, propagasi sederhana, dan pelaporan hasil secara wajar.
- Lembar kerja perhitungan: data diketahui, rumus, substitusi dengan satuan, dan pemeriksaan kewajaran hasil.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

11.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 11.1. Hitung molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan 5.844 g NaCl ($M_r = 58.44$) hingga volume akhir 500 mL.

Pembahasan. Ubah volume menjadi liter: $V = 0.500$ L. Jumlah zat dihitung dengan $n = m/M_r = 5.844/58.44 = 0.10000$ mol. Molaritas adalah $C = n/V = 0.10000/0.500 = 0.2000$ mol L^{-1} . Pemeriksaan satuan penting: gram dibagi gram per mol menghasilkan mol, lalu dibagi liter menghasilkan mol per liter. Hasil akhir sebaiknya dibulatkan mengikuti ketelitian data yang diberikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan larutan homogen dan komponen larutan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.2. Hitung molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan 9.008 g glukosa ($M_r = 180.16$) hingga volume akhir 250 mL.

Pembahasan. Ubah volume menjadi liter: $V = 0.250$ L. Jumlah zat dihitung dengan $n = m/M_r = 9.008/180.16 = 0.05000$ mol. Molaritas adalah $C = n/V = 0.05000/0.250 = 0.2000$ mol L^{-1} . Pemeriksaan satuan penting: gram dibagi gram per mol menghasilkan mol, lalu dibagi liter menghasilkan mol per liter. Hasil akhir sebaiknya dibulatkan mengikuti ketelitian data yang diberikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mol zat terlarut dan volume larutan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.3. Hitung molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan 3.728 g KCl ($M_r = 74.55$) hingga volume akhir 250 mL.

Pembahasan. Ubah volume menjadi liter: $V = 0.250$ L. Jumlah zat dihitung dengan $n = m/M_r = 3.728/74.55 = 0.05000$ mol. Molaritas adalah $C = n/V = 0.05000/0.250 = 0.2000$ mol L^{-1} . Pemeriksaan satuan penting: gram dibagi gram

per mol menghasilkan mol, lalu dibagi liter menghasilkan mol per liter. Hasil akhir sebaiknya dibulatkan mengikuti ketelitian data yang diberikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mol zat terlarut dan massa pelarut. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.4. Hitung molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan 17.11 g sukrosa ($M_r = 342.30$) hingga volume akhir 500 mL.

Pembahasan. Ubah volume menjadi liter: $V = 0.500$ L. Jumlah zat dihitung dengan $n = m/M_r = 17.11/342.30 = 0.05000$ mol. Molaritas adalah $C = n/V = 0.05000/0.500 = 0.1000$ mol L^{-1} . Pemeriksaan satuan penting: gram dibagi gram per mol menghasilkan mol, lalu dibagi liter menghasilkan mol per liter. Hasil akhir sebaiknya dibulatkan mengikuti ketelitian data yang diberikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan bergantung pada reaksi dan harus menyatakan konteks reaksi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.5. Berapa mL larutan stok 1.00 mol L^{-1} yang diperlukan untuk menyiapkan 250 mL larutan 0.100 mol L^{-1} ?

Pembahasan. Untuk pengenceran sederhana digunakan hubungan $C_1V_1 = C_2V_2$. Maka $V_1 = (C_2V_2)/C_1 = (0.100 \times 250)/1.00 = 25.00$ mL. Nilai ini adalah volume stok yang secara perhitungan mengandung jumlah zat yang sama dengan larutan akhir. Dalam praktik pendidikan, pemilihan alat ukur volume harus disesuaikan dengan ketelitian yang dibutuhkan dan seluruh langkah mengikuti SOP laboratorium.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan basis 100 bagian dan harus menyebut jenis persen. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.6. Berapa mL larutan stok 0.50 mol L^{-1} yang diperlukan untuk menyiapkan 500 mL larutan 0.050 mol L^{-1} ?

Pembahasan. Untuk pengenceran sederhana digunakan hubungan $C_1V_1 = C_2V_2$. Maka $V_1 = (C_2V_2)/C_1 = (0.050 \times 500)/0.50 = 50.00 \text{ mL}$. Nilai ini adalah volume stok yang secara perhitungan mengandung jumlah zat yang sama dengan larutan akhir. Dalam praktik pendidikan, pemilihan alat ukur volume harus disesuaikan dengan ketelitian yang dibutuhkan dan seluruh langkah mengikuti SOP laboratorium.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kadar sangat kecil dan basis massa atau volume harus jelas. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.7. Berapa mL larutan stok 0.20 mol L^{-1} yang diperlukan untuk menyiapkan 100 mL larutan 0.020 mol L^{-1} ?

Pembahasan. Untuk pengenceran sederhana digunakan hubungan $C_1V_1 = C_2V_2$. Maka $V_1 = (C_2V_2)/C_1 = (0.020 \times 100)/0.20 = 10.00 \text{ mL}$. Nilai ini adalah volume stok yang secara perhitungan mengandung jumlah zat yang sama dengan larutan akhir. Dalam praktik pendidikan, pemilihan alat ukur volume harus disesuaikan dengan ketelitian yang dibutuhkan dan seluruh langkah mengikuti SOP laboratorium.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mol komponen dibagi jumlah mol total dan tak berdimensi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.8. Berapa mL larutan stok 2.00 mol L^{-1} yang diperlukan untuk menyiapkan 200 mL larutan 0.250 mol L^{-1} ?

Pembahasan. Untuk pengenceran sederhana digunakan hubungan $C_1V_1 = C_2V_2$. Maka $V_1 = (C_2V_2)/C_1 = (0.250 \times 200)/2.00 = 25.00 \text{ mL}$. Nilai ini adalah volume stok yang secara perhitungan mengandung jumlah zat yang sama dengan larutan akhir. Dalam praktik pendidikan, pemilihan alat ukur volume harus disesuaikan dengan ketelitian yang dibutuhkan dan seluruh langkah mengikuti SOP laboratorium.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan massa per volume dan pengaruh temperatur. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata,

mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.9. Larutan mengandung 5,0 g glukosa dalam 95,0 g air. Hitung persen massa glukosa.

Pembahasan. Massa larutan = 5,0 + 95,0 = 100,0 g. Persen massa = (massa zat terlarut/massa larutan) $\times$ 100% = (5,0/100,0) $\times$ 100% = 5,0% (b/b). Basis persen harus dinyatakan agar tidak tertukar dengan persen volume atau massa/volume.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan ketelitian alat dan pembulatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.10. Sebanyak 2,50 g NaCl terdapat dalam 250 mL larutan. Nyatakan konsentrasi sebagai % (b/v).

Pembahasan. Persen massa/volume menyatakan gram zat terlarut per 100 mL larutan. Nilainya = (2,50 g/250 mL) $\times$ 100 mL = 1,00% (b/v). Pelaporan harus menuliskan basis b/v karena angka yang sama dapat mempunyai makna berbeda pada basis lain.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan data diketahui dan rumus. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.11. Sampel air mengandung 3,2 mg zat terlarut dalam 1,0 L. Dengan asumsi densitas mendekati 1 kg/L, nyatakan kadar secara perkiraan dalam ppm.

Pembahasan. Untuk larutan air encer dengan densitas mendekati 1 kg/L, 1 mg/L sering ekuivalen secara numerik dengan sekitar 1 ppm. Dengan demikian 3,2 mg/L $\approx$ 3,2 ppm. Asumsi densitas harus dinyatakan; untuk matriks lain atau ketelitian tinggi, konversi harus menggunakan basis massa yang benar.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan larutan homogen dan komponen larutan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas

tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.12. Larutan mengandung 0,25 mg zat per liter air. Nyatakan secara perkiraan dalam ppb untuk larutan air encer.

Pembahasan. Pada larutan air sangat encer dengan densitas mendekati 1 kg/L, $1 \mu\text{g/L} \approx 1 \text{ ppb}$. Karena $0,25 \text{ mg/L} = 250 \mu\text{g/L}$, kadarnya sekitar 250 ppb. Perubahan satuan dilakukan lebih dahulu agar tidak terjadi kesalahan faktor 1000.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mol zat terlarut dan volume larutan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.13. Sebanyak 0,50 mol glukosa dilarutkan dalam 2,00 kg air. Hitung molalitas.

Pembahasan. Molalitas m = jumlah mol zat terlarut per kilogram pelarut. Jadi $m = 0,50 \text{ mol} / 2,00 \text{ kg} = 0,250 \text{ mol kg}^{-1}$. Perhatikan bahwa penyebut adalah massa pelarut, bukan massa larutan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mol zat terlarut dan massa pelarut. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.14. Campuran ideal sederhana mengandung 2 mol komponen A dan 3 mol komponen B. Hitung fraksi mol masing-masing.

Pembahasan. Jumlah mol total = $2 + 3 = 5 \text{ mol}$. Fraksi mol A = $2/5 = 0,40$ dan fraksi mol B = $3/5 = 0,60$. Pemeriksaan: jumlah fraksi mol = 1,00, sehingga perhitungan konsisten.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan bergantung pada reaksi dan harus menyatakan konteks reaksi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.15. Mengapa normalitas harus disertai konteks reaksi?

Pembahasan. Normalitas bergantung pada jumlah ekuivalen, sedangkan nilai ekuivalen suatu spesies dapat berubah menurut reaksi yang dibahas. Karena itu satu larutan dapat mempunyai nilai normalitas berbeda pada konteks reaksi yang berbeda. Pelaporan yang baik menyatakan reaksi atau definisi ekuivalen dan, bila memungkinkan, menggunakan satuan yang lebih tidak ambigu seperti molaritas.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan basis 100 bagian dan harus menyebut jenis persen. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.16. Jelaskan hubungan densitas dengan konversi antara konsentrasi berbasis massa dan volume.

Pembahasan. Densitas menghubungkan massa dan volume melalui $\rho = m/V$. Jika komposisi dinyatakan per massa tetapi dibutuhkan per volume, densitas dapat digunakan untuk mengubah basis. Karena densitas dipengaruhi temperatur dan komposisi, nilai densitas yang dipakai harus sesuai kondisi dan sumbernya tercatat.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kadar sangat kecil dan basis massa atau volume harus jelas. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.17. Hasil kalkulator memberikan $0,123456 \text{ mol L}^{-1}$, sementara data massa hanya memiliki tiga angka penting. Bagaimana hasil sebaiknya dilaporkan?

Pembahasan. Hasil sebaiknya tidak menampilkan presisi palsu. Jika pembatas utama memiliki tiga angka penting, hasil umumnya dilaporkan sekitar $0,123 \text{ mol L}^{-1}$, dengan tetap mempertimbangkan aturan ketidakpastian laboratorium. Digit tambahan dapat dipertahankan selama perhitungan antara, kemudian pembulatan dilakukan pada hasil akhir.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan mol komponen dibagi jumlah mol total dan tak berdimensi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.18. Sebutkan empat pemeriksaan kewajaran setelah menghitung konsentrasi.

Pembahasan. Periksa konsistensi satuan, orde besaran, apakah volume yang digunakan adalah volume akhir, dan apakah basis konsentrasi telah benar. Tambahan yang berguna adalah membandingkan dengan perkiraan kasar atau batas fisik. Pemeriksaan kewajaran sering menemukan kesalahan faktor 1000, salah konversi mL-L, atau tertukar antara massa pelarut dan massa larutan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan massa per volume dan pengaruh temperatur. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.19. Mengapa suhu dapat memengaruhi molaritas tetapi tidak langsung mengubah molalitas?

Pembahasan. Molaritas menggunakan volume larutan sebagai penyebut, dan volume dapat berubah dengan suhu. Molalitas menggunakan massa pelarut, sedangkan massa tidak berubah hanya karena perubahan suhu biasa. Karena itu molalitas lebih tidak sensitif terhadap perubahan suhu, walaupun proses pengukuran tetap harus mempertimbangkan kondisi eksperimen.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan ketelitian alat dan pembulatan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 11.20. Buat format lembar kerja yang meminimalkan kesalahan perhitungan konsentrasi.

Pembahasan. Lembar kerja sebaiknya memiliki kolom data diketahui beserta satuan, target yang dicari, persamaan yang digunakan, konversi satuan, substitusi angka, hasil dengan angka penting, dan pemeriksaan kewajaran. Tambahkan identitas perhitungan, tanggal, penyusun, serta kolom pemeriksa bila hasil dipakai untuk pekerjaan bermutu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan data diketahui dan rumus. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek

keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

11.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap konsep larutan, pelarut, dan zat terlarut pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk molalitas tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau persen massa, volume, dan massa/volume selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan fraksi mol dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 11, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

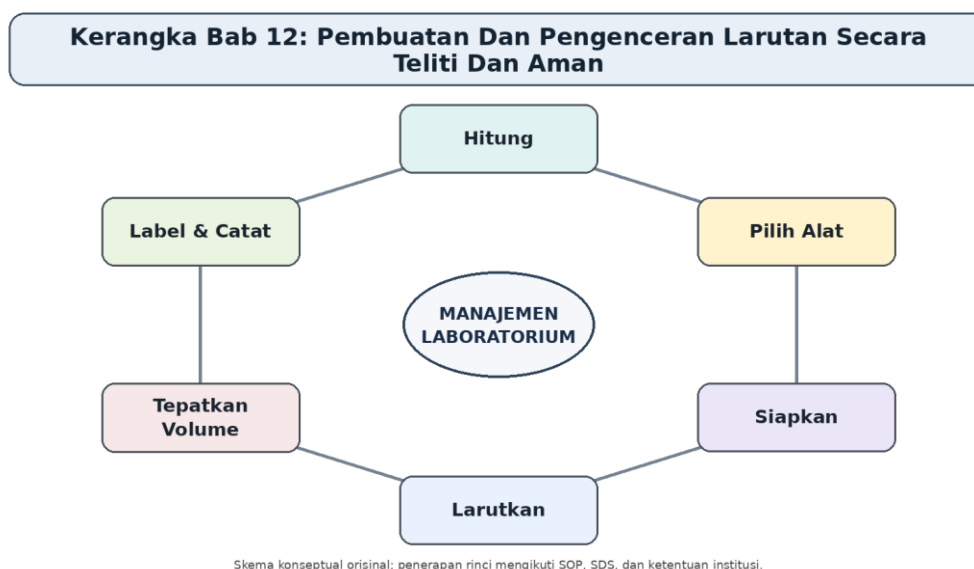
BAB 12 PEMBUATAN DAN PENGECERAN LARUTAN SECARA TELITI DAN AMAN

12.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu merancang dan menjelaskan prosedur pembuatan serta pengenceran larutan secara teliti dan aman.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

12.2 Peta Konsep



Gambar 12.1 Peta konsep utama Bab 12

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

12.3 Perencanaan pembuatan larutan

Dalam manajemen laboratorium kimia, perencanaan pembuatan larutan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup tujuan dan konsentrasi, jumlah yang diperlukan, spesifikasi bahan, dan pemilihan alat dan dokumen kerja. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan.

Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada tujuan dan konsentrasi dan jumlah yang diperlukan. Tahap pelaksanaan mengendalikan spesifikasi bahan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pemilihan alat dan dokumen kerja melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada perencanaan pembuatan larutan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

12.3.1 Fokus Operasional

- Tujuan dan konsentrasi.
- Jumlah yang diperlukan.
- Spesifikasi bahan.
- Pemilihan alat dan dokumen kerja.

Indikator kinerja untuk perencanaan pembuatan larutan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa tujuan dan konsentrasi sudah tersedia, tetapi jumlah yang diperlukan belum konsisten. Dampaknya, spesifikasi bahan sulit diverifikasi dan pemilihan alat dan dokumen kerja sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan

menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

12.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk perencanaan pembuatan larutan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan tujuan dan konsentrasi, konsistensi jumlah yang diperlukan, keterkendalian spesifikasi bahan, dan tersedianya bukti tentang pemilihan alat dan dokumen kerja. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk perencanaan pembuatan larutan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

12.4 Perhitungan dari bahan padat

Secara operasional, perhitungan dari bahan padat menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan massa molar dengan kemurnian bila relevan, kemudian memastikan volume akhir dan verifikasi satuan menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, perhitungan dari bahan padat sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan massa molar tidak terlepas dari kemurnian bila relevan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa volume akhir dan verifikasi satuan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan massa molar, kemurnian bila relevan, atau volume akhir dapat mengubah kebutuhan terhadap verifikasi satuan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

12.4.1 Fokus Operasional

- Massa molar.
- Kemurnian bila relevan.
- Volume akhir.
- Verifikasi satuan.

Konsistensi perhitungan dari bahan padat juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai massa molar, kemurnian bila relevan, volume akhir, dan verifikasi satuan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa massa molar sudah tersedia, tetapi kemurnian bila relevan belum konsisten. Dampaknya, volume akhir sulit diverifikasi dan verifikasi satuan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

12.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, perhitungan dari bahan padat sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan massa molar tidak terlepas dari kemurnian bila relevan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa volume akhir dan verifikasi satuan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk perhitungan dari bahan padat dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$m_{\text{zat}} = C \times V \times M_r$$

Tabel 12.1 Matriks penerapan untuk perhitungan dari bahan padat

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Massa molar	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kemurnian bila relevan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Volume akhir	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Verifikasi satuan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

12.5 Pengenceran larutan stok

Secara operasional, pengenceran larutan stok menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah dengan $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana, kemudian memastikan pemilihan volume stok dan volume akhir menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah dan $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana. Tahap pelaksanaan mengendalikan pemilihan volume stok, sedangkan tahap pemeriksaan menilai volume akhir melalui indikator atau bukti objektif. Temuan

kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah, $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana, atau pemilihan volume stok dapat mengubah kebutuhan terhadap volume akhir. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

12.5.1 Fokus Operasional

- Hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah.
- $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana.
- Pemilihan volume stok.
- Volume akhir.

Dari perspektif mutu, pengenceran larutan stok harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah sudah tersedia, tetapi $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana belum konsisten. Dampaknya, pemilihan volume stok sulit diverifikasi dan volume akhir sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

12.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, pengenceran larutan stok sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah tidak terlepas dari $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana,

sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pemilihan volume stok dan volume akhir benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk pengenceran larutan stok dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

12.6 Pemilihan alat ukur volume

Secara operasional, pemilihan alat ukur volume menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan labu ukur dengan pipet volumetrik atau terukur, kemudian memastikan gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi dan kesesuaian kapasitas menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada labu ukur dan pipet volumetrik atau terukur. Tahap pelaksanaan mengendalikan gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kesesuaian kapasitas melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan labu ukur, pipet volumetrik atau terukur, atau gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi dapat mengubah kebutuhan terhadap kesesuaian kapasitas. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

12.6.1 Fokus Operasional

- Labu ukur.
- Pipet volumetrik atau terukur.
- Gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi.
- Kesesuaian kapasitas.

Dari perspektif mutu, pemilihan alat ukur volume harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa labu ukur sudah tersedia, tetapi pipet volumetrik atau terukur belum konsisten. Dampaknya, gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi sulit diverifikasi dan kesesuaian kapasitas sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

12.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada labu ukur dan pipet volumetrik atau terukur. Tahap pelaksanaan mengendalikan gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kesesuaian kapasitas melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk pemilihan alat ukur volume dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 12.2 Matriks penerapan untuk pemilihan alat ukur volume

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Labu ukur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pipet volumetrik atau terukur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kesesuaian kapasitas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

12.7 Kualitas air atau pelarut

Dalam manajemen laboratorium kimia, kualitas air atau pelarut perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup sesuai tujuan analisis, kebersihan wadah, pencegahan kontaminasi, dan dokumentasi sumber bila kritis. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada sesuai tujuan analisis dan kebersihan wadah. Tahap pelaksanaan mengendalikan pencegahan kontaminasi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai dokumentasi sumber bila kritis melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan sesuai tujuan analisis, kebersihan wadah, atau pencegahan kontaminasi dapat mengubah kebutuhan terhadap dokumentasi sumber bila kritis. Setiap perubahan penting

sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

12.7.1 Fokus Operasional

- Sesuai tujuan analisis.
- Kebersihan wadah.
- Pencegahan kontaminasi.
- Dokumentasi sumber bila kritis.

Indikator kinerja untuk kualitas air atau pelarut tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai kualitas air atau pelarut sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada sesuai tujuan analisis dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan kebersihan wadah, atau tidak adanya pemantauan pencegahan kontaminasi. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, dokumentasi sumber bila kritis menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

12.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada sesuai tujuan analisis dan kebersihan wadah. Tahap pelaksanaan mengendalikan pencegahan kontaminasi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai dokumentasi sumber bila kritis melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk kualitas air atau pelarut dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan

penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

12.8 Urutan kerja tingkat umum

Dalam manajemen laboratorium kimia, urutan kerja tingkat umum perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup verifikasi bahan dan label, penimbangan atau pemipetan, pelarutan dan pemindahan kuantitatif, dan penetapan volume akhir sesuai SOP. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk urutan kerja tingkat umum, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan verifikasi bahan dan label, konsistensi penimbangan atau pemipetan, keterkendalian pelarutan dan pemindahan kuantitatif, dan tersedianya bukti tentang penetapan volume akhir sesuai SOP. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada urutan kerja tingkat umum perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

12.8.1 Fokus Operasional

- Verifikasi bahan dan label.
- Penimbangan atau pemipetan.
- Pelarutan dan pemindahan kuantitatif.
- Penetapan volume akhir sesuai sop.

Dari perspektif mutu, urutan kerja tingkat umum harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap urutan kerja tingkat umum. Kelompok pertama menekankan verifikasi bahan dan label, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada penimbangan atau pemipetan. Jika tidak ada standar bersama, pelarutan dan pemindahan kuantitatif dan penetapan volume akhir sesuai SOP menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

12.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, urutan kerja tingkat umum sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan verifikasi bahan dan label tidak terlepas dari penimbangan atau pemipetan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa pelarutan dan pemindahan kuantitatif dan penetapan volume akhir sesuai SOP benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk urutan kerja tingkat umum dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 12.3 Matriks penerapan untuk urutan kerja tingkat umum

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Verifikasi bahan dan label	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Penimbangan atau pemipetan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pelarutan dan pemindahan kuantitatif	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Penetapan volume akhir sesuai sop	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

12.9 Pelabelan larutan

Dalam manajemen laboratorium kimia, pelabelan larutan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup nama larutan, konsentrasi, tanggal pembuatan, dan identitas pembuat dan informasi keselamatan yang relevan. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada nama larutan dan konsentrasi. Tahap pelaksanaan mengendalikan tanggal pembuatan, sedangkan tahap pemeriksaan menilai identitas pembuat dan informasi keselamatan yang relevan melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada pelabelan larutan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, nama larutan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan konsentrasi yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh tanggal pembuatan yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

12.9.1 Fokus Operasional

- Nama larutan.
- Konsentrasi.
- Tanggal pembuatan.
- Identitas pembuat dan informasi keselamatan yang relevan.

Konsistensi pelabelan larutan juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai nama larutan, konsentrasi, tanggal pembuatan, dan identitas pembuat dan informasi keselamatan yang relevan harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai pelabelan larutan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada nama larutan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan konsentrasi, atau tidak adanya pemantauan tanggal pembuatan. Tindakan korektif harus menyoroti penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, identitas pembuat dan informasi keselamatan yang relevan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

12.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk pelabelan larutan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan nama larutan, konsistensi konsentrasi, keterkendalian tanggal pembuatan, dan tersedianya bukti tentang identitas pembuat dan informasi keselamatan yang relevan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk pelabelan larutan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

12.10 Faktor koreksi dan kemurnian

Pembahasan faktor koreksi dan kemurnian dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah nilai pada sertifikat atau label, perhitungan koreksi, ketertelusuran sumber data, serta catatan asumsi. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada nilai pada sertifikat atau label dan perhitungan koreksi. Tahap pelaksanaan mengendalikan ketertelusuran sumber data, sedangkan tahap pemeriksaan menilai catatan asumsi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan nilai pada sertifikat atau label, perhitungan koreksi, atau ketertelusuran sumber data dapat mengubah kebutuhan terhadap catatan asumsi. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

12.10.1 Fokus Operasional

- Nilai pada sertifikat atau label.
- Perhitungan koreksi.
- Ketertelusuran sumber data.
- Catatan asumsi.

Konsistensi faktor koreksi dan kemurnian juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai nilai pada sertifikat atau label, perhitungan koreksi, ketertelusuran sumber data, dan catatan asumsi harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai faktor koreksi dan kemurnian sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada nilai pada sertifikat atau label dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan perhitungan koreksi, atau tidak adanya pemantauan ketertelusuran sumber data. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, catatan asumsi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

12.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada nilai pada sertifikat atau label dan perhitungan koreksi. Tahap pelaksanaan mengendalikan ketertelusuran sumber data, sedangkan tahap pemeriksaan menilai catatan asumsi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk faktor koreksi dan kemurnian dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$m \text{ aktual} = m \text{ teoritis} / \text{fraksi kemurnian}$$

Tabel 12.4 Matriks penerapan untuk faktor koreksi dan kemurnian

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Nilai pada sertifikat atau label	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Perhitungan koreksi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Ketertelusuran sumber data	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Catatan asumsi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

12.11 Pengenceran bertingkat

Dalam manajemen laboratorium kimia, pengenceran bertingkat perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup rangkaian pengenceran, faktor pengenceran, pencegahan kesalahan kumulatif, dan pencatatan tiap tahap. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada rangkaian pengenceran dan faktor pengenceran. Tahap pelaksanaan mengendalikan pencegahan kesalahan kumulatif, sedangkan tahap pemeriksaan menilai pencatatan tiap tahap melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada pengenceran bertingkat perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

12.11.1 Fokus Operasional

- Rangkaian pengenceran.
- Faktor pengenceran.
- Pencegahan kesalahan kumulatif.

- Pencatatan tiap tahap.

Dari perspektif mutu, pengenceran bertingkat harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap pengenceran bertingkat. Kelompok pertama menekankan rangkaian pengenceran, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada faktor pengenceran. Jika tidak ada standar bersama, pencegahan kesalahan kumulatif dan pencatatan tiap tahap menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

12.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk pengenceran bertingkat, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan rangkaian pengenceran, konsistensi faktor pengenceran, keterkendalian pencegahan kesalahan kumulatif, dan tersedianya bukti tentang pencatatan tiap tahap. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk pengenceran bertingkat dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\text{Faktor pengenceran total} = F_1 \times F_2 \times \dots \times F_n$$

12.12 Verifikasi dan dokumentasi larutan

Dalam manajemen laboratorium kimia, verifikasi dan dokumentasi larutan perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup pemeriksaan perhitungan, pemeriksaan label, rekaman bahan dan lot bila perlu, dan persetujuan sesuai sistem mutu. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk verifikasi dan dokumentasi larutan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pemeriksaan perhitungan, konsistensi pemeriksaan label, keterkendalian rekaman bahan dan lot bila perlu, dan tersedianya bukti tentang persetujuan sesuai sistem mutu. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada verifikasi dan dokumentasi larutan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, pemeriksaan perhitungan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan pemeriksaan label yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh rekaman bahan dan lot bila perlu yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

12.12.1 Fokus Operasional

- Pemeriksaan perhitungan.
- Pemeriksaan label.
- Rekaman bahan dan lot bila perlu.
- Persetujuan sesuai sistem mutu.

Indikator kinerja untuk verifikasi dan dokumentasi larutan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif.

Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai verifikasi dan dokumentasi larutan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada pemeriksaan perhitungan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan pemeriksaan label, atau tidak adanya pemantauan rekaman bahan dan lot bila perlu. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, persetujuan sesuai sistem mutu menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

12.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk verifikasi dan dokumentasi larutan, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pemeriksaan perhitungan, konsistensi pemeriksaan label, keterkendalian rekaman bahan dan lot bila perlu, dan tersedianya bukti tentang persetujuan sesuai sistem mutu. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk verifikasi dan dokumentasi larutan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 12.5 Matriks penerapan untuk verifikasi dan dokumentasi larutan

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pemeriksaan perhitungan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pemeriksaan label	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Rekaman bahan dan lot bila perlu	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Persetujuan sesuai sistem mutu	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

12.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 12.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Perencanaan pembuatan larutan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan tujuan dan konsentrasi, jumlah yang diperlukan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Perhitungan dari bahan padat	Checklist atau rekaman yang menunjukkan massa molar, kemurnian bila relevan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pengenceran larutan stok	Checklist atau rekaman yang menunjukkan hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah, $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pemilihan alat ukur volume	Checklist atau rekaman yang menunjukkan labu ukur, pipet volumetrik atau terukur, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kualitas air atau pelarut	Checklist atau rekaman yang menunjukkan sesuai tujuan analisis, kebersihan wadah, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

12.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 12.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Perencanaan pembuatan larutan	Informasi tidak mutakhir atau tujuan dan konsentrasi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap jumlah yang diperlukan.
Perhitungan dari bahan padat	Informasi tidak mutakhir atau massa molar tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kemurnian bila relevan.
Pengenceran larutan stok	Informasi tidak mutakhir atau hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Pemilihan alat ukur volume	Informasi tidak mutakhir atau labu ukur tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pipet volumetrik atau terukur.
Kualitas air atau pelarut	Informasi tidak mutakhir atau sesuai tujuan analisis tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kebersihan wadah.
Urutan kerja tingkat umum	Informasi tidak mutakhir atau verifikasi bahan dan label tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap penimbangan atau pemipetan.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

12.15 Ringkasan Bab

- Perencanaan pembuatan larutan: tujuan dan konsentrasi, jumlah yang diperlukan, spesifikasi bahan, dan pemilihan alat dan dokumen kerja.
- Perhitungan dari bahan padat: massa molar, kemurnian bila relevan, volume akhir, dan verifikasi satuan.
- Pengenceran larutan stok: hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah, $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana, pemilihan volume stok, dan volume akhir.
- Pemilihan alat ukur volume: labu ukur, pipet volumetrik atau terukur, gelas beker untuk pencampuran bukan volume presisi, dan kesesuaian kapasitas.
- Kualitas air atau pelarut: sesuai tujuan analisis, kebersihan wadah, pencegahan kontaminasi, dan dokumentasi sumber bila kritis.
- Urutan kerja tingkat umum: verifikasi bahan dan label, penimbangan atau pemipetan, pelarutan dan pemindahan kuantitatif, dan penetapan volume akhir sesuai SOP.
- Pelabelan larutan: nama larutan, konsentrasi, tanggal pembuatan, dan identitas pembuat dan informasi keselamatan yang relevan.
- Faktor koreksi dan kemurnian: nilai pada sertifikat atau label, perhitungan koreksi, ketertelusuran sumber data, dan catatan asumsi.
- Pengenceran bertingkat: rangkaian pengenceran, faktor pengenceran, pencegahan kesalahan kumulatif, dan pencatatan tiap tahap.
- Verifikasi dan dokumentasi larutan: pemeriksaan perhitungan, pemeriksaan label, rekaman bahan dan lot bila perlu, dan persetujuan sesuai sistem mutu.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

12.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 12.1. Hitung massa NaCl yang secara teoritis diperlukan untuk menyiapkan 250 mL larutan 0.100 mol L^{-1} ($M_r = 58.44$).

Pembahasan. Jumlah zat target $n = C \times V = 0.100 \times 0.250 = 0.02500 \text{ mol}$. Massa teoritis $m = n \times M_r = 0.02500 \times 58.44 = 1.4610 \text{ g}$. Perhitungan ini hanya menetapkan massa teoritis. Pelaksanaan praktis harus menggunakan bahan yang sesuai spesifikasi, alat ukur yang sesuai ketelitian, pelabelan yang benar, dan SOP laboratorium. Bila kemurnian bahan tidak 100%, faktor koreksi harus dihitung dari data yang sah.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tujuan dan konsentrasi dan jumlah yang diperlukan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.2. Hitung massa glukosa yang secara teoritis diperlukan untuk menyiapkan 500 mL larutan 0.050 mol L^{-1} ($M_r = 180.16$).

Pembahasan. Jumlah zat target $n = C \times V = 0.050 \times 0.500 = 0.02500 \text{ mol}$. Massa teoritis $m = n \times M_r = 0.02500 \times 180.16 = 4.5040 \text{ g}$. Perhitungan ini hanya menetapkan massa teoritis. Pelaksanaan praktis harus menggunakan bahan yang sesuai spesifikasi, alat ukur yang sesuai ketelitian, pelabelan yang benar, dan SOP laboratorium. Bila kemurnian bahan tidak 100%, faktor koreksi harus dihitung dari data yang sah.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan massa molar dan kemurnian bila relevan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.3. Hitung massa KCl yang secara teoritis diperlukan untuk menyiapkan 250 mL larutan 0.020 mol L^{-1} ($M_r = 74.55$).

Pembahasan. Jumlah zat target $n = C \times V = 0.020 \times 0.250 = 0.00500 \text{ mol}$. Massa teoritis $m = n \times M_r = 0.00500 \times 74.55 = 0.3727 \text{ g}$. Perhitungan ini hanya menetapkan massa teoritis. Pelaksanaan praktis harus menggunakan bahan yang sesuai spesifikasi, alat ukur yang sesuai ketelitian, pelabelan yang benar, dan SOP laboratorium. Bila kemurnian bahan tidak 100%, faktor koreksi harus dihitung dari data yang sah.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah dan $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.4. Hitung massa sukrosa yang secara teoritis diperlukan untuk menyiapkan 1000 mL larutan 0.010 mol L^{-1} ($M_r = 342.30$).

Pembahasan. Jumlah zat target $n = C \times V = 0.010 \times 1.000 = 0.01000 \text{ mol}$. Massa teoritis $m = n \times M_r = 0.01000 \times 342.30 = 3.4230 \text{ g}$. Perhitungan ini hanya menetapkan massa teoritis. Pelaksanaan praktis harus menggunakan bahan yang sesuai spesifikasi, alat ukur yang sesuai ketelitian, pelabelan yang benar, dan SOP laboratorium. Bila kemurnian bahan tidak 100%, faktor koreksi harus dihitung dari data yang sah.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan labu ukur dan pipet volumetrik atau terukur. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.5. Rancang perhitungan pengenceran untuk membuat 100 mL larutan 0.100 mol L^{-1} dari stok 1.00 mol L^{-1} . Berapa volume stok secara teoritis?

Pembahasan. Gunakan $C_1V_1 = C_2V_2$ sehingga $V_1 = (0.100 \times 100)/1.00 = 10.00 \text{ mL}$. Setelah perhitungan diverifikasi, laboratorium memilih alat volumetrik yang sesuai. Prosedur operasional tidak boleh diimprovisasi: bahan, wadah, pelabelan, dan langkah kerja mengikuti SOP serta informasi keselamatan yang berlaku. Untuk latihan ini fokusnya adalah konsistensi jumlah zat sebelum dan sesudah pengenceran.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sesuai tujuan analisis dan kebersihan wadah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.6. Rancang perhitungan pengenceran untuk membuat 250 mL larutan 0.050 mol L^{-1} dari stok 0.50 mol L^{-1} . Berapa volume stok secara teoritis?

Pembahasan. Gunakan $C_1V_1 = C_2V_2$ sehingga $V_1 = (0.050 \times 250)/0.50 = 25.00 \text{ mL}$. Setelah perhitungan diverifikasi, laboratorium memilih alat volumetrik yang sesuai. Prosedur operasional tidak boleh diimprovisasi: bahan, wadah, pelabelan, dan langkah kerja mengikuti SOP serta informasi keselamatan yang berlaku. Untuk latihan ini fokusnya adalah konsistensi jumlah zat sebelum dan sesudah pengenceran.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan verifikasi bahan dan label dan penimbangan atau pemipetan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.7. Rancang perhitungan pengenceran untuk membuat 500 mL larutan 0.010 mol L^{-1} dari stok 0.20 mol L^{-1} . Berapa volume stok secara teoritis?

Pembahasan. Gunakan $C_1V_1 = C_2V_2$ sehingga $V_1 = (0.010 \times 500)/0.20 = 25.00 \text{ mL}$. Setelah perhitungan diverifikasi, laboratorium memilih alat volumetrik yang sesuai. Prosedur operasional tidak boleh diimprovisasi: bahan, wadah, pelabelan, dan langkah kerja mengikuti SOP serta informasi keselamatan yang berlaku. Untuk latihan ini fokusnya adalah konsistensi jumlah zat sebelum dan sesudah pengenceran.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nama larutan dan konsentrasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.8. Rancang perhitungan pengenceran untuk membuat 1000 mL larutan 0.005 mol L^{-1} dari stok 0.10 mol L^{-1} . Berapa volume stok secara teoritis?

Pembahasan. Gunakan $C_1V_1 = C_2V_2$ sehingga $V_1 = (0.005 \times 1000)/0.10 = 50.00 \text{ mL}$. Setelah perhitungan diverifikasi, laboratorium memilih alat volumetrik yang sesuai. Prosedur operasional tidak boleh diimprovisasi: bahan, wadah, pelabelan, dan langkah kerja mengikuti SOP serta informasi keselamatan yang berlaku. Untuk latihan ini fokusnya adalah konsistensi jumlah zat sebelum dan sesudah pengenceran.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nilai pada sertifikat atau label dan perhitungan koreksi. Jika kasus diterapkan pada

laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.9. Bahan padat memiliki kemurnian 98,0%. Jika perhitungan teoritis membutuhkan 4,90 g bahan murni, berapa massa bahan komersial yang diperlukan?

Pembahasan. Jika fraksi kemurnian = 0,980, massa yang ditimbang secara teoritis = $4,90/0,980 = 5,00$ g. Faktor koreksi hanya boleh digunakan bila data kemurnian berasal dari label/sertifikat yang sah dan perhitungannya dicatat.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan rangkaian pengenceran dan faktor pengenceran. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.10. Mengapa labu ukur digunakan untuk menetapkan volume akhir larutan yang memerlukan ketelitian?

Pembahasan. Labu ukur dirancang untuk satu volume nominal dengan toleransi tertentu sehingga lebih sesuai untuk menetapkan volume akhir dibanding gelas beker. Pemilihan tetap harus mempertimbangkan kelas alat, kondisi, kalibrasi, dan tujuan analisis.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemeriksaan perhitungan dan pemeriksaan label. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.11. Mengapa gelas beker tidak ideal sebagai alat penetapan volume presisi?

Pembahasan. Skala gelas beker umumnya dimaksudkan untuk perkiraan, pencampuran, atau penampungan, bukan untuk pengukuran volume dengan ketelitian volumetrik. Menggunakan alat yang tidak sesuai dapat menjadi sumber bias sistematis.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tujuan dan konsentrasi dan jumlah yang diperlukan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas

tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.12. Sebutkan informasi minimum pada label larutan kerja nonkomersial.

Pembahasan. Minimal: identitas larutan, konsentrasi, tanggal pembuatan, identitas pembuat atau kode penanggung jawab, dan informasi keselamatan/penyimpanan yang relevan menurut SOP. Jika sistem mutu mensyaratkan, dapat ditambahkan tanggal kedaluwarsa, lot bahan, atau nomor dokumen.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan massa molar dan kemurnian bila relevan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.13. Jelaskan risiko kesalahan kumulatif pada pengenceran bertingkat.

Pembahasan. Setiap tahap mempunyai ketidakpastian pemipetan, pembacaan volume, pencampuran, dan pencatatan. Kesalahan pada tahap awal terbawa ke tahap berikutnya. Karena itu jumlah tahap sebaiknya rasional, alat sesuai ketelitian, pencampuran memadai, dan setiap faktor pengenceran dicatat serta diverifikasi.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan hubungan jumlah zat sebelum dan sesudah dan $C_1V_1 = C_2V_2$ untuk kasus sederhana. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.14. Mengapa perhitungan harus diperiksa sebelum bahan diambil?

Pembahasan. Verifikasi awal mencegah pemborosan bahan dan mengurangi kemungkinan membuat larutan dengan konsentrasi salah. Pemeriksaan mencakup satuan, massa molar, kemurnian, volume akhir, faktor pengenceran, dan kewajaran hasil.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan labu ukur dan pipet volumetrik atau terukur. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.15. Buat urutan pemeriksaan mutu sebelum larutan digunakan.

Pembahasan. Periksa identitas bahan, validitas perhitungan, kesesuaian alat, kejelasan label, kondisi larutan, kelengkapan rekaman, dan—bila relevan—hasil verifikasi atau kontrol mutu. Larutan yang tidak jelas identitas atau statusnya tidak digunakan sampai diklarifikasi oleh personel berwenang.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan sesuai tujuan analisis dan kebersihan wadah. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.16. Mengapa pemindahan kuantitatif penting ketika larutan dibuat dari bahan padat?

Pembahasan. Secara konsep, jumlah zat yang dihitung harus berpindah ke wadah volumetrik tanpa kehilangan bermakna. Kehilangan residu menyebabkan konsentrasi aktual lebih rendah. Praktik rinci mengikuti SOP dan jenis bahan; fokus manajemen adalah memastikan prosedur tervalidasi dan personel kompeten.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan verifikasi bahan dan label dan penimbangan atau pemipetan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.17. Bagaimana dokumentasi membantu menelusuri kesalahan larutan?

Pembahasan. Catatan bahan/lot, massa atau volume yang digunakan, alat, tanggal, perhitungan, pembuat, dan pemeriksa memungkinkan laboratorium membedakan kesalahan bahan, perhitungan, alat, atau pelaksanaan. Tanpa rekaman, investigasi sering bergantung pada ingatan dan sulit dibuktikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nama larutan dan konsentrasi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.18. Apa hubungan antara kualitas pelarut dan mutu hasil analisis?

Pembahasan. Pelarut dapat membawa ion, organik, mikroorganisme, atau kontaminan lain yang memengaruhi blanko dan hasil. Kualitas pelarut harus

sesuai tujuan metode. Sistem mutu perlu menentukan spesifikasi, sumber, penyimpanan, dan verifikasi yang proporsional.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan nilai pada sertifikat atau label dan perhitungan koreksi. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.19. Jelaskan alasan larutan perlu memiliki status yang jelas: aktif, kedaluwarsa, atau ditahan.

Pembahasan. Status mencegah penggunaan bahan yang belum diverifikasi atau sudah tidak layak. Label/status elektronik harus konsisten dengan rekaman. Larutan yang diragukan ditahan sampai dievaluasi sesuai SOP, bukan dipakai berdasarkan asumsi.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan rangkaian pengenceran dan faktor pengenceran. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 12.20. Susun checklist singkat penutupan kegiatan pembuatan larutan.

Pembahasan. Checklist dapat memuat: label terpasang, rekaman lengkap, sisa bahan dikembalikan ke penyimpanan yang benar, alat dibersihkan sesuai SOP, area kerja ditinggalkan rapi, limbah masuk jalur yang sesuai, dan penyimpangan dilaporkan. Checklist membantu memastikan aspek administratif dan keselamatan tidak tertinggal.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pemeriksaan perhitungan dan pemeriksaan label. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

12.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap perencanaan pembuatan larutan pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.

2. Rancang SOP tingkat sistem untuk pengenceran larutan stok tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau kualitas air atau pelarut selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan pelabelan larutan dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 12, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

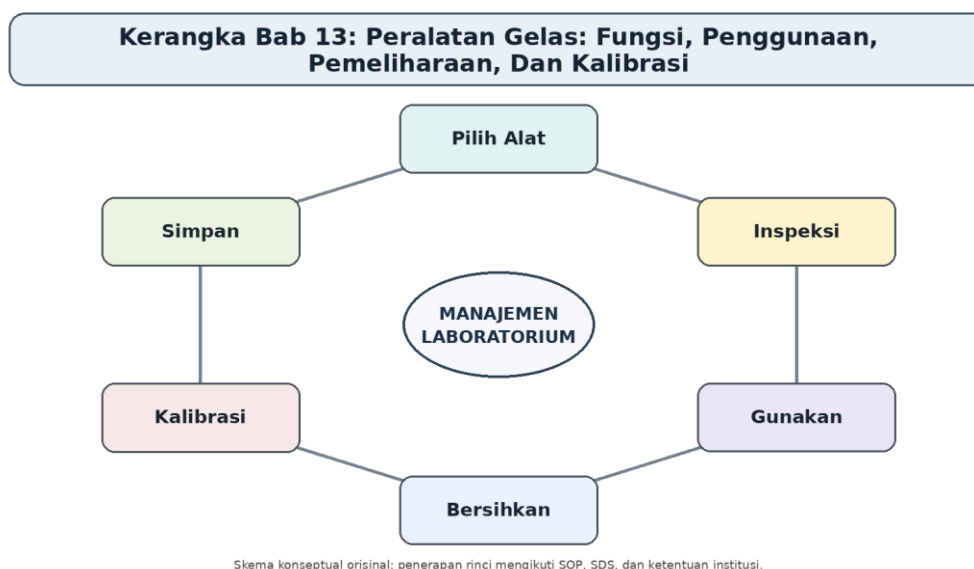
BAB 13 PERALATAN GLAS: FUNGSI, PENGGUNAAN, PEMELIHARAAN, DAN KALIBRASI

13.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu mengidentifikasi jenis, fungsi, penggunaan, pemeliharaan, dan kalibrasi peralatan gelas laboratorium.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

13.2 Peta Konsep



Gambar 13.1 Peta konsep utama Bab 13

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

13.3 Klasifikasi peralatan gelas

Pembahasan klasifikasi peralatan gelas dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah volumetrik, nonvolumetrik, gelas tahan panas untuk fungsi tertentu, serta pemilihan berdasarkan tujuan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas,

atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk klasifikasi peralatan gelas, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan volumetrik, konsistensi nonvolumetrik, keterkendalian gelas tahan panas untuk fungsi tertentu, dan tersedianya bukti tentang pemilihan berdasarkan tujuan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan volumetrik, nonvolumetrik, atau gelas tahan panas untuk fungsi tertentu dapat mengubah kebutuhan terhadap pemilihan berdasarkan tujuan. Setiap perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

13.3.1 Fokus Operasional

- Volumetrik.
- Nonvolumetrik.
- Gelas tahan panas untuk fungsi tertentu.
- Pemilihan berdasarkan tujuan.

Dari perspektif mutu, klasifikasi peralatan gelas harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa volumetrik sudah tersedia, tetapi nonvolumetrik belum konsisten. Dampaknya, gelas tahan panas untuk fungsi tertentu sulit diverifikasi dan pemilihan berdasarkan tujuan sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung

jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

13.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk klasifikasi peralatan gelas, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan volumetrik, konsistensi nonvolumetrik, keterkendalian gelas tahan panas untuk fungsi tertentu, dan tersedianya bukti tentang pemilihan berdasarkan tujuan. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk klasifikasi peralatan gelas dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

13.4 Alat volumetrik dan fungsi

Pembahasan alat volumetrik dan fungsi dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah labu ukur, pipet, buret, serta gelas ukur. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk alat volumetrik dan fungsi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan labu ukur, konsistensi pipet, keterkendalian buret, dan tersedianya bukti tentang gelas ukur. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Pengelolaan risiko juga harus mempertimbangkan perubahan. Perubahan labu ukur, pipet, atau buret dapat mengubah kebutuhan terhadap gelas ukur. Setiap

perubahan penting sebaiknya ditinjau sebelum diterapkan, terutama apabila memengaruhi bahan kimia, peralatan, utilitas, tata ruang, atau kompetensi personel. Prinsip manajemen perubahan seperti ini membuat laboratorium lebih adaptif tanpa kehilangan kendali keselamatan dan mutu.

13.4.1 Fokus Operasional

- Labu ukur.
- Pipet.
- Buret.
- Gelas ukur.

Konsistensi alat volumetrik dan fungsi juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai labu ukur, pipet, buret, dan gelas ukur harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa labu ukur sudah tersedia, tetapi pipet belum konsisten. Dampaknya, buret sulit diverifikasi dan gelas ukur sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

13.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk alat volumetrik dan fungsi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan labu ukur, konsistensi pipet, keterkendalian buret, dan tersedianya bukti tentang gelas ukur. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk alat volumetrik dan fungsi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 13.1 Matriks penerapan untuk alat volumetrik dan fungsi

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Labu ukur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pipet	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Buret	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Gelas ukur	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

13.5 Kelas toleransi dan spesifikasi

Secara operasional, kelas toleransi dan spesifikasi menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan kelas akurasi dengan kapasitas nominal, kemudian memastikan temperatur kalibrasi dan tanda TD/TC bila tercantum menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kelas toleransi dan spesifikasi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kelas akurasi, konsistensi kapasitas nominal, keterkendalian temperatur kalibrasi, dan tersedianya bukti tentang tanda TD/TC bila tercantum. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada kelas toleransi dan spesifikasi perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap,

tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

13.5.1 Fokus Operasional

- Kelas akurasi.
- Kapasitas nominal.
- Temperatur kalibrasi.
- Tanda td/tc bila tercantum.

Dari perspektif mutu, kelas toleransi dan spesifikasi harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa kelas akurasi sudah tersedia, tetapi kapasitas nominal belum konsisten. Dampaknya, temperatur kalibrasi sulit diverifikasi dan tanda TD/TC bila tercantum sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

13.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kelas toleransi dan spesifikasi, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kelas akurasi, konsistensi kapasitas nominal, keterkendalian temperatur kalibrasi, dan tersedianya bukti tentang tanda TD/TC bila tercantum. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa

melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk kelas toleransi dan spesifikasi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

13.6 Pembacaan meniskus

Secara operasional, pembacaan meniskus menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan posisi mata dengan permukaan datar, kemudian memastikan jenis meniskus dan pencegahan paralaks menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, pembacaan meniskus sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan posisi mata tidak terlepas dari permukaan datar, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa jenis meniskus dan pencegahan paralaks benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada pembacaan meniskus perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

13.6.1 Fokus Operasional

- Posisi mata.
- Permukaan datar.

- Jenis meniskus.
- Pencegahan paralaks.

Dari perspektif mutu, pembacaan meniskus harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap pembacaan meniskus. Kelompok pertama menekankan posisi mata, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada permukaan datar. Jika tidak ada standar bersama, jenis meniskus dan pencegahan paralaks menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

13.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, pembacaan meniskus sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan posisi mata tidak terlepas dari permukaan datar, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa jenis meniskus dan pencegahan paralaks benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk pembacaan meniskus dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 13.2 Matriks penerapan untuk pembacaan meniskus

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
-------	---------	----------------	---------------

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Posisi mata	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Permukaan datar	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Jenis meniskus	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pencegahan paralaks	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

13.7 Pemeriksaan sebelum digunakan

Pembahasan pemeriksaan sebelum digunakan dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah retak atau serpihan, kebersihan, kejelasan skala, serta kondisi keran atau sambungan. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, pemeriksaan sebelum digunakan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan retak atau serpihan tidak terlepas dari kebersihan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa kejelasan skala dan kondisi keran atau sambungan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada pemeriksaan sebelum digunakan perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan

prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

13.7.1 Fokus Operasional

- Retak atau serpihan.
- Kebersihan.
- Kejelasan skala.
- Kondisi keran atau sambungan.

Dari perspektif mutu, pemeriksaan sebelum digunakan harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai pemeriksaan sebelum digunakan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada retak atau serpihan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan kebersihan, atau tidak adanya pemantauan kejelasan skala. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, kondisi keran atau sambungan menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

13.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, pemeriksaan sebelum digunakan sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan retak atau serpihan tidak terlepas dari kebersihan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa kejelasan skala dan kondisi keran atau sambungan benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk pemeriksaan sebelum digunakan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil

inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

13.8 Pembersihan peralatan gelas

Secara operasional, pembersihan peralatan gelas menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan pilih metode sesuai residu dan SOP dengan bilas sampai sesuai kebutuhan, kemudian memastikan hindari praktik yang merusak gelas dan verifikasi kebersihan untuk pekerjaan kritis menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, pembersihan peralatan gelas sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan pilih metode sesuai residu dan SOP tidak terlepas dari bilas sampai sesuai kebutuhan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa hindari praktik yang merusak gelas dan verifikasi kebersihan untuk pekerjaan kritis benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada pembersihan peralatan gelas perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

13.8.1 Fokus Operasional

- Pilih metode sesuai residu dan sop.
- Bilas sampai sesuai kebutuhan.
- Hindari praktik yang merusak gelas.
- Verifikasi kebersihan untuk pekerjaan kritis.

Indikator kinerja untuk pembersihan peralatan gelas tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa pilih metode sesuai residu dan SOP sudah tersedia, tetapi bilas sampai sesuai kebutuhan belum konsisten. Dampaknya, hindari praktik yang merusak gelas sulit diverifikasi dan verifikasi kebersihan untuk pekerjaan kritis sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

13.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk pembersihan peralatan gelas, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan pilih metode sesuai residu dan SOP, konsistensi bilas sampai sesuai kebutuhan, keterkendalian hindari praktik yang merusak gelas, dan tersedianya bukti tentang verifikasi kebersihan untuk pekerjaan kritis. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk pembersihan peralatan gelas dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 13.3 Matriks penerapan untuk pembersihan peralatan gelas

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Pilih metode sesuai residu dan sop	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Bilas sampai sesuai kebutuhan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Hindari praktik yang merusak gelas	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Verifikasi kebersihan untuk pekerjaan kritis	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

13.9 Pengeringan dan penyimpanan

Pembahasan pengeringan dan penyimpanan dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah rak aman, pencegahan benturan, pengelompokan ukuran/fungsi, serta perlindungan dari kontaminasi. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada rak aman dan pencegahan benturan. Tahap pelaksanaan mengendalikan pengelompokan ukuran/fungsi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai perlindungan dari kontaminasi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada pengeringan dan penyimpanan sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, rak aman yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan pencegahan benturan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh pengelompokan ukuran/fungsi yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

13.9.1 Fokus Operasional

- Rak aman.
- Pencegahan benturan.
- Pengelompokan ukuran/fungsi.
- Perlindungan dari kontaminasi.

Indikator kinerja untuk pengeringan dan penyimpanan tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Dalam audit internal, temuan mengenai pengeringan dan penyimpanan sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada rak aman dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan pencegahan benturan, atau tidak adanya pemantauan pengelompokan ukuran/fungsi. Tindakan korektif harus menyasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, perlindungan dari kontaminasi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

13.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada rak aman dan pencegahan benturan. Tahap pelaksanaan mengendalikan pengelompokan ukuran/fungsi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai perlindungan dari kontaminasi melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk pengeringan dan penyimpanan dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

13.10 Kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep

Dalam manajemen laboratorium kimia, kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup massa air, densitas air, volume terkoreksi, dan perbandingan dengan volume nominal. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan massa air, konsistensi densitas air, keterkendalian volume terkoreksi, dan tersedianya bukti tentang perbandingan dengan volume nominal. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

13.10.1 Fokus Operasional

- Massa air.
- Densitas air.
- Volume terkoreksi.
- Perbandingan dengan volume nominal.

Dari perspektif mutu, kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan

penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep. Kelompok pertama menekankan massa air, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada densitas air. Jika tidak ada standar bersama, volume terkoreksi dan perbandingan dengan volume nominal menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

13.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan massa air, konsistensi densitas air, keterkendalian volume terkoreksi, dan tersedianya bukti tentang perbandingan dengan volume nominal. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$V_{\text{air}} = m_{\text{air}} / \rho_{\text{air}}$$

Tabel 13.4 Matriks penerapan untuk kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Massa air	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Densitas air	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Volume terkoreksi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Perbandingan dengan volume nominal	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

13.11 Evaluasi bias dan presisi

Pembahasan evaluasi bias dan presisi dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah selisih terhadap nilai nominal, pengulangan, simpangan baku atau RSD, serta kriteria penerimaan laboratorium. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, evaluasi bias dan presisi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan selisih terhadap nilai nominal tidak terlepas dari pengulangan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa simpangan baku atau RSD dan kriteria penerimaan laboratorium benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada evaluasi bias dan presisi perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

13.11.1 Fokus Operasional

- Selisih terhadap nilai nominal.
- Pengulangan.
- Simpangan baku atau rsd.
- Kriteria penerimaan laboratorium.

Dari perspektif mutu, evaluasi bias dan presisi harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa selisih terhadap nilai nominal sudah tersedia, tetapi pengulangan belum konsisten. Dampaknya, simpangan baku atau RSD sulit diverifikasi dan kriteria penerimaan laboratorium sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

13.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, evaluasi bias dan presisi sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan selisih terhadap nilai nominal tidak terlepas dari pengulangan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa simpangan baku atau RSD dan kriteria penerimaan laboratorium benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk evaluasi bias dan presisi dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\text{Bias} = V \text{ aktual} - V \text{ nominal} ; \text{RSD} = (s / \bar{x}) \times 100\%$$

13.12 Rekaman kalibrasi dan status alat

Secara operasional, rekaman kalibrasi dan status alat menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan identitas alat dengan tanggal, kemudian memastikan hasil dan status layak/tidak layak dan tindak lanjut menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada identitas alat dan tanggal. Tahap pelaksanaan mengendalikan hasil, sedangkan tahap pemeriksaan menilai status layak/tidak layak dan tindak lanjut melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada rekaman kalibrasi dan status alat perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

13.12.1 Fokus Operasional

- Identitas alat.
- Tanggal.
- Hasil.
- Status layak/tidak layak dan tindak lanjut.

Dari perspektif mutu, rekaman kalibrasi dan status alat harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya,

dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai rekaman kalibrasi dan status alat sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada identitas alat dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan tanggal, atau tidak adanya pemantauan hasil. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, status layak/tidak layak dan tindak lanjut menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

13.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada identitas alat dan tanggal. Tahap pelaksanaan mengendalikan hasil, sedangkan tahap pemeriksaan menilai status layak/tidak layak dan tindak lanjut melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk rekaman kalibrasi dan status alat dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 13.5 Matriks penerapan untuk rekaman kalibrasi dan status alat

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Identitas alat	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tanggal	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Hasil	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Status layak/tidak layak dan tindak lanjut	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

13.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 13.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Klasifikasi peralatan gelas	Checklist atau rekaman yang menunjukkan volumetrik, nonvolumetrik, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Alat volumetrik dan fungsi	Checklist atau rekaman yang menunjukkan labu ukur, pipet, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kelas toleransi dan spesifikasi	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kelas akurasi, kapasitas nominal, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pembacaan meniskus	Checklist atau rekaman yang menunjukkan posisi mata, permukaan datar, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pemeriksaan sebelum digunakan	Checklist atau rekaman yang menunjukkan retak atau serpihan, kebersihan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

13.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 13.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Klasifikasi peralatan gelas	Informasi tidak mutakhir atau volumetrik tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap nonvolumetrik.
Alat volumetrik dan fungsi	Informasi tidak mutakhir atau labu ukur tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pipet.
Kelas toleransi dan spesifikasi	Informasi tidak mutakhir atau kelas akurasi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kapasitas nominal.
Pembacaan meniskus	Informasi tidak mutakhir atau posisi mata tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap permukaan datar.
Pemeriksaan sebelum digunakan	Informasi tidak mutakhir atau retak atau serpihan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap kebersihan.
Pembersihan peralatan gelas	Informasi tidak mutakhir atau pilih metode sesuai residu dan SOP tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap bilas sampai sesuai kebutuhan.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

13.15 Ringkasan Bab

- Klasifikasi peralatan gelas: volumetrik, nonvolumetrik, gelas tahan panas untuk fungsi tertentu, dan pemilihan berdasarkan tujuan.
- Alat volumetrik dan fungsi: labu ukur, pipet, buret, dan gelas ukur.
- Kelas toleransi dan spesifikasi: kelas akurasi, kapasitas nominal, temperatur kalibrasi, dan tanda TD/TC bila tercantum.
- Pembacaan meniskus: posisi mata, permukaan datar, jenis meniskus, dan pencegahan paralaks.
- Pemeriksaan sebelum digunakan: retak atau serpihan, kebersihan, kejelasan skala, dan kondisi keran atau sambungan.
- Pembersihan peralatan gelas: pilih metode sesuai residu dan SOP, bilas sampai sesuai kebutuhan, hindari praktik yang merusak gelas, dan verifikasi kebersihan untuk pekerjaan kritis.
- Pengeringan dan penyimpanan: rak aman, pencegahan benturan, pengelompokan ukuran/fungsi, dan perlindungan dari kontaminasi.
- Kalibrasi gravimetrik dengan air: konsep: massa air, densitas air, volume terkoreksi, dan perbandingan dengan volume nominal.
- Evaluasi bias dan presisi: selisih terhadap nilai nominal, pengulangan, simpangan baku atau RSD, dan kriteria penerimaan laboratorium.
- Rekaman kalibrasi dan status alat: identitas alat, tanggal, hasil, dan status layak/tidak layak dan tindak lanjut.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut. Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

13.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 13.1. Pada kalibrasi gravimetrik sederhana dengan air ($\rho = 0.9970 \text{ g mL}^{-1}$), massa air yang ditampung adalah 9.965 g untuk alat nominal 10.00 mL. Hitung volume aktual dan bias terhadap nominal.

Pembahasan. Volume dihitung $V = m/\rho = 9.965/0.9970 = 9.995 \text{ mL}$. Bias = $V_{\text{aktual}} - V_{\text{nominal}} = 9.995 - 10.00 = -0.005 \text{ mL}$. Nilai bias kemudian dibandingkan dengan kriteria penerimaan laboratorium untuk alat dan kelas yang bersangkutan. Dalam pekerjaan nyata, koreksi temperatur, densitas, teknik

drainase, dan ketidakpastian dapat diperlukan sesuai prosedur kalibrasi yang digunakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan volumetrik dan nonvolumetrik. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.2. Pada kalibrasi gravimetrik sederhana dengan air ($\rho = 0.9970 \text{ g mL}^{-1}$), massa air yang ditampung adalah 24.930 g untuk alat nominal 25.00 mL. Hitung volume aktual dan bias terhadap nominal.

Pembahasan. Volume dihitung $V = m/\rho = 24.930/0.9970 = 25.005 \text{ mL}$. Bias = $V_{\text{aktual}} - V_{\text{nominal}} = 25.005 - 25.00 = +0.005 \text{ mL}$. Nilai bias kemudian dibandingkan dengan kriteria penerimaan laboratorium untuk alat dan kelas yang bersangkutan. Dalam pekerjaan nyata, koreksi temperatur, densitas, teknik drainase, dan ketidakpastian dapat diperlukan sesuai prosedur kalibrasi yang digunakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan labu ukur dan pipet. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.3. Pada kalibrasi gravimetrik sederhana dengan air ($\rho = 0.9970 \text{ g mL}^{-1}$), massa air yang ditampung adalah 49.810 g untuk alat nominal 50.00 mL. Hitung volume aktual dan bias terhadap nominal.

Pembahasan. Volume dihitung $V = m/\rho = 49.810/0.9970 = 49.960 \text{ mL}$. Bias = $V_{\text{aktual}} - V_{\text{nominal}} = 49.960 - 50.00 = -0.040 \text{ mL}$. Nilai bias kemudian dibandingkan dengan kriteria penerimaan laboratorium untuk alat dan kelas yang bersangkutan. Dalam pekerjaan nyata, koreksi temperatur, densitas, teknik drainase, dan ketidakpastian dapat diperlukan sesuai prosedur kalibrasi yang digunakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kelas akurasi dan kapasitas nominal. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.4. Pada kalibrasi gravimetrik sederhana dengan air ($\rho = 0.9970 \text{ g mL}^{-1}$), massa air yang ditampung adalah 99.650 g untuk alat nominal 100.00 mL. Hitung volume aktual dan bias terhadap nominal.

Pembahasan. Volume dihitung $V = m/\rho = 99.650/0.9970 = 99.950 \text{ mL}$. Bias = $V_{\text{aktual}} - V_{\text{nominal}} = 99.950 - 100.00 = -0.050 \text{ mL}$. Nilai bias kemudian dibandingkan dengan kriteria penerimaan laboratorium untuk alat dan kelas yang bersangkutan. Dalam pekerjaan nyata, koreksi temperatur, densitas, teknik drainase, dan ketidakpastian dapat diperlukan sesuai prosedur kalibrasi yang digunakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan posisi mata dan permukaan datar. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.5. Pada kalibrasi gravimetrik sederhana dengan air ($\rho = 0.9970 \text{ g mL}^{-1}$), massa air yang ditampung adalah 4.985 g untuk alat nominal 5.00 mL. Hitung volume aktual dan bias terhadap nominal.

Pembahasan. Volume dihitung $V = m/\rho = 4.985/0.9970 = 5.000 \text{ mL}$. Bias = $V_{\text{aktual}} - V_{\text{nominal}} = 5.000 - 5.00 = +0.000 \text{ mL}$. Nilai bias kemudian dibandingkan dengan kriteria penerimaan laboratorium untuk alat dan kelas yang bersangkutan. Dalam pekerjaan nyata, koreksi temperatur, densitas, teknik drainase, dan ketidakpastian dapat diperlukan sesuai prosedur kalibrasi yang digunakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan retak atau serpihan dan kebersihan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.6. Jelaskan perbedaan fungsi labu ukur, pipet, buret, dan gelas ukur.

Pembahasan. Labu ukur digunakan untuk menetapkan satu volume akhir; pipet untuk memindahkan volume tertentu; buret untuk memberikan volume yang dapat dibaca secara bertahap; gelas ukur untuk pengukuran volume dengan ketelitian lebih rendah. Pemilihan alat harus mengikuti tujuan dan ketelitian yang dibutuhkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pilih metode sesuai residu dan SOP dan bilas sampai sesuai kebutuhan. Jika kasus diterapkan

pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.7. Mengapa pembacaan meniskus harus dilakukan sejajar mata?

Pembahasan. Sudut pandang dari atas atau bawah menimbulkan paralaks sehingga posisi meniskus tampak bergeser terhadap skala. Menempatkan mata sejajar dengan tanda baca mengurangi bias visual. Jenis meniskus dan aturan pembacaan mengikuti karakter cairan dan alat.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan rak aman dan pencegahan benturan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.8. Apa arti praktis kelas A dan kelas B pada alat volumetrik?

Pembahasan. Kelas menunjukkan tingkat toleransi yang ditetapkan untuk alat. Secara umum, kelas A memiliki toleransi lebih ketat daripada kelas B. Pengguna tetap harus melihat spesifikasi pabrikan/standar yang berlaku, kondisi alat, dan kebutuhan metode.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan massa air dan densitas air. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.9. Mengapa alat gelas yang retak atau terkelupas harus dikeluarkan dari penggunaan?

Pembahasan. Kerusakan fisik meningkatkan risiko pecah, luka, kebocoran, dan ketidakandalan pengukuran. Status alat perlu ditandai dan dipisahkan agar tidak kembali digunakan secara tidak sengaja.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan selisih terhadap nilai nominal dan pengulangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.10. Jelaskan perbedaan alat bertanda TD dan TC bila informasi tersebut tercantum.

Pembahasan. Secara umum TD/to deliver berkaitan dengan volume yang dirancang untuk dikeluarkan, sedangkan TC/to contain berkaitan dengan volume yang terkandung. Pengguna harus mengikuti spesifikasi alat karena teknik penggunaan dan sisa cairan yang diperhitungkan dapat berbeda.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas alat dan tanggal. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.11. Buat checklist inspeksi peralatan gelas sebelum digunakan.

Pembahasan. Periksa identitas dan kapasitas, kebersihan, retak/serpihan, skala atau tanda volume, kondisi keran/sambungan, kekeringan bila relevan, dan status kalibrasi untuk pekerjaan yang mensyaratkannya. Temuan harus dicatat bila memengaruhi kelayakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan volumetrik dan nonvolumetrik. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.12. Mengapa kebersihan dapat memengaruhi hasil volumetrik?

Pembahasan. Residu dapat mengubah pembasahan permukaan, mencemari larutan, atau menyebabkan volume cairan tidak berperilaku sesuai karakter alat. Untuk pekerjaan bermutu, kriteria kebersihan dan metode pembersihan perlu ditetapkan dalam SOP.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan labu ukur dan pipet. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.13. Apa tujuan pengulangan pada kalibrasi gravimetrik?

Pembahasan. Pengulangan memberikan informasi presisi dan membantu membedakan variasi acak dari bias tetap. Dari hasil pengulangan dapat dihitung rata-rata, simpangan baku, atau RSD sesuai kebutuhan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kelas akurasi dan kapasitas nominal. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.14. Tiga hasil volume adalah 10,01; 9,99; dan 10,00 mL. Hitung rata-ratanya.

Pembahasan. Rata-rata = $(10,01 + 9,99 + 10,00)/3 = 10,00$ mL. Namun penilaian kinerja tidak hanya melihat rata-rata; sebaran hasil dan kriteria toleransi juga perlu dinilai.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan posisi mata dan permukaan datar. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.15. Bagaimana status kalibrasi sebaiknya ditampilkan?

Pembahasan. Laboratorium dapat menggunakan label atau sistem elektronik yang memuat identitas alat, status, tanggal kalibrasi/verifikasi, dan tanggal atau kondisi evaluasi berikutnya. Status harus konsisten dengan rekaman resmi dan tidak menutupi informasi penting pada alat.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan retak atau serpihan dan kebersihan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.16. Mengapa penyimpanan alat gelas perlu mempertimbangkan benturan dan kontaminasi?

Pembahasan. Benturan dapat menimbulkan retak mikro atau pecah, sedangkan kontaminasi memengaruhi pekerjaan berikutnya. Rak, pemisahan jenis, penempatan stabil, dan kebersihan area merupakan bagian dari kontrol aset dan keselamatan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan pilih metode sesuai residu dan SOP dan bilas sampai sesuai kebutuhan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara

mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.17. Apa tindakan sistemik jika hasil kalibrasi alat volumetrik tidak memenuhi kriteria?

Pembahasan. Alat diberi status tidak layak/ditahan sesuai SOP, penyebab dievaluasi, dan dampak terhadap hasil sebelumnya dipertimbangkan bila relevan. Setelah tindakan seperti pembersihan, perbaikan, atau penggantian, alat diverifikasi kembali sebelum digunakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan rak aman dan pencegahan benturan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.18. Jelaskan hubungan kalibrasi dengan ketertelusuran.

Pembahasan. Kalibrasi membandingkan hasil alat terhadap acuan yang diketahui. Ketertelusuran membutuhkan rantai dokumentasi yang menghubungkan hasil pengukuran dengan acuan melalui kalibrasi yang sesuai dan rekaman yang dapat ditelusuri.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan massa air dan densitas air. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.19. Mengapa toleransi pabrikan tidak boleh disamakan dengan ketidakpastian pengukuran?

Pembahasan. Toleransi adalah batas penerimaan atau spesifikasi, sedangkan ketidakpastian menyatakan keraguan kuantitatif pada hasil pengukuran. Keduanya berhubungan tetapi tidak identik; evaluasi mutu perlu memakai konsep yang tepat.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan selisih terhadap nilai nominal dan pengulangan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 13.20. Susun isi minimum rekaman kalibrasi alat gelas.

Pembahasan. Identitas alat, kapasitas/kelas, metode, kondisi lingkungan yang relevan, data massa dan densitas/temperatur, hasil volume, perhitungan bias/presisi, kriteria penerimaan, status, tanggal, dan personel pelaksana/pemeriksa.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan identitas alat dan tanggal. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

13.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap klasifikasi peralatan gelas pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk kelas toleransi dan spesifikasi tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau pemeriksaan sebelum digunakan selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan pengeringan dan penyimpanan dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 13, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

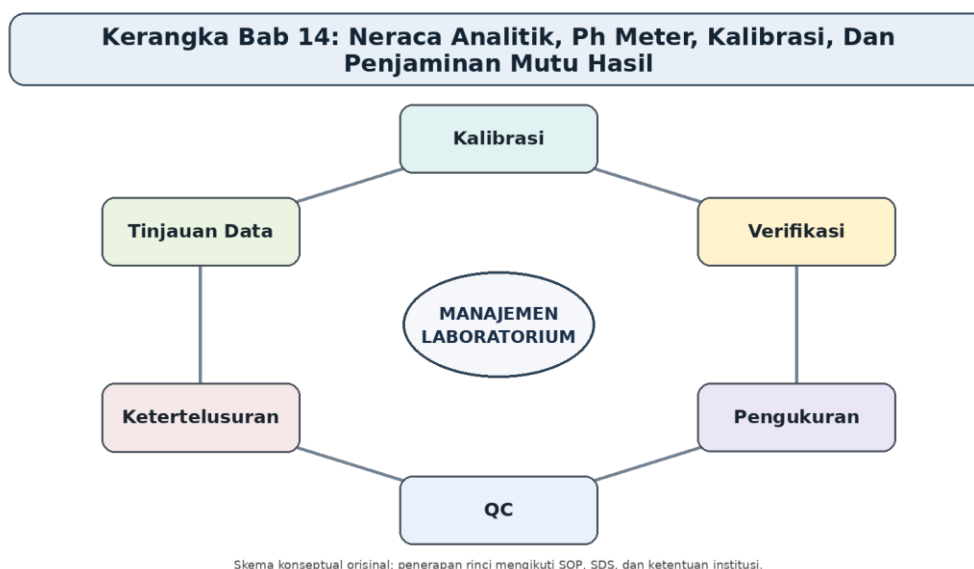
BAB 14 NERACA ANALITIK, pH METER, KALIBRASI, DAN PENJAMINAN MUTU HASIL

14.1 Tujuan Pembelajaran

Mampu menjelaskan penggunaan, pemeliharaan, kalibrasi, dan pengendalian mutu neraca analitik serta pH meter.

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep secara runtut, menghubungkan konsep dengan bukti objektif dalam pengelolaan laboratorium, serta menggunakan prinsip keselamatan, mutu, dan ketertelusuran ketika menganalisis kasus.

14.2 Peta Konsep



Gambar 14.1 Peta konsep utama Bab 14

Peta konsep menempatkan unsur-unsur bab sebagai siklus yang saling berhubungan. Dalam praktik, urutan tidak selalu linier: temuan pada tahap pemantauan dapat mengubah perencanaan, sedangkan perubahan sumber daya dapat memerlukan penilaian risiko ulang.

14.3 Prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik

Pembahasan prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah resolusi tinggi, meja stabil, minim getaran dan aliran udara, serta kondisi lingkungan terkendali. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas,

atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan resolusi tinggi tidak terlepas dari meja stabil, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa minim getaran dan aliran udara dan kondisi lingkungan terkendali benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

14.3.1 Fokus Operasional

- Resolusi tinggi.
- Meja stabil.
- Minim getaran dan aliran udara.
- Kondisi lingkungan terkendali.

Indikator kinerja untuk prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik. Kelompok pertama menekankan resolusi tinggi, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada meja stabil. Jika tidak ada standar bersama, minim getaran dan aliran udara dan kondisi lingkungan terkendali menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati

kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

14.3.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan resolusi tinggi tidak terlepas dari meja stabil, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa minim getaran dan aliran udara dan kondisi lingkungan terkendali benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

14.4 Teknik penimbangan dan sumber galat

Secara operasional, teknik penimbangan dan sumber galat menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan tara dengan stabilitas pembacaan, kemudian memastikan muatan statis atau aliran udara dan kebersihan wadah menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk teknik penimbangan dan sumber galat, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan tara, konsistensi stabilitas pembacaan, keterkendalian muatan statis atau aliran udara, dan tersedianya bukti tentang kebersihan wadah. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Aspek risiko pada teknik penimbangan dan sumber galat perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

14.4.1 Fokus Operasional

- Tara.
- Stabilitas pembacaan.
- Muatan statis atau aliran udara.
- Kebersihan wadah.

Konsistensi teknik penimbangan dan sumber galat juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai tara, stabilitas pembacaan, muatan statis atau aliran udara, dan kebersihan wadah harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa tara sudah tersedia, tetapi stabilitas pembacaan belum konsisten. Dampaknya, muatan statis atau aliran udara sulit diverifikasi dan kebersihan wadah sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

14.4.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada tara dan stabilitas pembacaan. Tahap pelaksanaan mengendalikan muatan statis atau aliran udara, sedangkan tahap pemeriksaan menilai kebersihan wadah melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung

pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk teknik penimbangan dan sumber galat dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 14.1 Matriks penerapan untuk teknik penimbangan dan sumber galat

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Tara	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Stabilitas pembacaan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Muatan statis atau aliran udara	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Kebersihan wadah	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

14.5 Kalibrasi dan verifikasi neraca

Dalam manajemen laboratorium kimia, kalibrasi dan verifikasi neraca perlu dipahami sebagai bagian dari satu sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kegiatan administratif yang berdiri sendiri. Fokus utamanya mencakup acuan massa sesuai kebutuhan, rentang penggunaan, rekaman hasil, dan tindakan bila hasil tidak memenuhi kriteria. Keempat unsur tersebut memengaruhi kesiapan fasilitas, keselamatan pengguna, efisiensi sumber daya, serta mutu data yang dihasilkan. Karena itu, keputusan pada satu unsur harus dinilai dampaknya terhadap unsur lain. Pendekatan sistem membantu laboratorium menghindari penyelesaian masalah yang hanya bersifat sesaat dan mendorong pengelolaan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri, dan konsisten.

Dari sudut tata kelola, kalibrasi dan verifikasi neraca sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan acuan massa sesuai kebutuhan tidak terlepas dari rentang penggunaan, sedangkan rekaman

memberikan bukti bahwa rekaman hasil dan tindakan bila hasil tidak memenuhi kriteria benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Kesalahan pada kalibrasi dan verifikasi neraca sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, acuan massa sesuai kebutuhan yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan rentang penggunaan yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh rekaman hasil yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

14.5.1 Fokus Operasional

- Acuan massa sesuai kebutuhan.
- Rentang penggunaan.
- Rekaman hasil.
- Tindakan bila hasil tidak memenuhi kriteria.

Dari perspektif mutu, kalibrasi dan verifikasi neraca harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap kalibrasi dan verifikasi neraca. Kelompok pertama menekankan acuan massa sesuai kebutuhan, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada rentang penggunaan. Jika tidak ada standar bersama, rekaman hasil dan tindakan bila hasil tidak memenuhi kriteria menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

14.5.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, kalibrasi dan verifikasi neraca sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan acuan massa sesuai kebutuhan tidak terlepas dari rentang penggunaan, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa rekaman hasil dan tindakan bila hasil tidak memenuhi kriteria benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk kalibrasi dan verifikasi neraca dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\text{Bias neraca} = \text{indikasi} - \text{nilai acuan}$$

14.6 Pemeliharaan neraca analitik

Secara operasional, pemeliharaan neraca analitik menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan kebersihan ruang timbang dengan pemeriksaan level, kemudian memastikan perlindungan dari beban berlebih dan servis oleh personel kompeten menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk pemeliharaan neraca analitik, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kebersihan ruang timbang, konsistensi pemeriksaan level, keterkendalian perlindungan dari beban berlebih, dan tersedianya bukti tentang servis oleh personel kompeten. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada pemeliharaan neraca analitik sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, kebersihan ruang timbang yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan

pemeriksaan level yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh perlindungan dari beban berlebih yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

14.6.1 Fokus Operasional

- Kebersihan ruang timbang.
- Pemeriksaan level.
- Perlindungan dari beban berlebih.
- Servis oleh personel kompeten.

Dari perspektif mutu, pemeliharaan neraca analitik harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa kebersihan ruang timbang sudah tersedia, tetapi pemeriksaan level belum konsisten. Dampaknya, perlindungan dari beban berlebih sulit diverifikasi dan servis oleh personel kompeten sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

14.6.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kebersihan ruang timbang dan pemeriksaan level. Tahap pelaksanaan mengendalikan perlindungan dari beban berlebih, sedangkan tahap pemeriksaan menilai servis oleh personel kompeten melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk pemeliharaan neraca analitik dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 14.2 Matriks penerapan untuk pemeliharaan neraca analitik

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Kebersihan ruang timbang	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pemeriksaan level	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Perlindungan dari beban berlebih	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Servis oleh personel kompeten	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

14.7 Prinsip pengukuran pH

Secara operasional, prinsip pengukuran pH menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan elektroda gelas dan referensi dengan respon terhadap aktivitas ion hidrogen, kemudian memastikan ketergantungan temperatur dan kondisi elektroda menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dari sudut tata kelola, prinsip pengukuran pH sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan elektroda gelas dan referensi tidak terlepas dari respon terhadap aktivitas ion hidrogen, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa ketergantungan temperatur dan kondisi elektroda benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi.

Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada prinsip pengukuran pH perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

14.7.1 Fokus Operasional

- Elektroda gelas dan referensi.
- Respon terhadap aktivitas ion hidrogen.
- Ketergantungan temperatur.
- Kondisi elektroda.

Indikator kinerja untuk prinsip pengukuran pH tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa elektroda gelas dan referensi sudah tersedia, tetapi respon terhadap aktivitas ion hidrogen belum konsisten. Dampaknya, ketergantungan temperatur sulit diverifikasi dan kondisi elektroda sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

14.7.2 Bukti Objektif dan Audit

Dari sudut tata kelola, prinsip pengukuran pH sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan elektroda gelas dan referensi tidak terlepas dari respon terhadap aktivitas ion hidrogen, sedangkan

rekaman memberikan bukti bahwa ketergantungan temperatur dan kondisi elektroda benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Bukti objektif untuk prinsip pengukuran pH dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

14.8 Kalibrasi pH meter

Pembahasan kalibrasi pH meter dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah buffer standar yang mencakup rentang pengukuran, urutan sesuai SOP alat, pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria, serta rekaman kalibrasi. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kalibrasi pH meter, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan buffer standar yang mencakup rentang pengukuran, konsistensi urutan sesuai SOP alat, keterkendalian pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria, dan tersedianya bukti tentang rekaman kalibrasi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Kesalahan pada kalibrasi pH meter sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, buffer standar yang mencakup rentang pengukuran yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan urutan sesuai SOP alat yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

14.8.1 Fokus Operasional

- Buffer standar yang mencakup rentang pengukuran.
- Urutan sesuai sop alat.
- Pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria.
- Rekaman kalibrasi.

Dari perspektif mutu, kalibrasi ph meter harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Dalam audit internal, temuan mengenai kalibrasi ph meter sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada buffer standar yang mencakup rentang pengukuran dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan urutan sesuai SOP alat, atau tidak adanya pemantauan pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria. Tindakan korektif harus menyorot penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, rekaman kalibrasi menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

14.8.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk kalibrasi ph meter, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan buffer standar yang mencakup rentang pengukuran, konsistensi urutan sesuai SOP alat, keterkendalian pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria, dan tersedianya bukti tentang rekaman kalibrasi. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk kalibrasi ph meter dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\text{pH} = -\log_{10} a(\text{H}^+)$$

Tabel 14.3 Matriks penerapan untuk kalibrasi ph meter

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Buffer standar yang mencakup rentang pengukuran	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Urutan sesuai sop alat	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Rekaman kalibrasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

14.9 Perawatan elektroda pH

Pembahasan perawatan elektroda pH dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah kondisi membran, larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen, pembersihan sesuai jenis kontaminasi oleh personel terlatih, serta penggantian bila kinerja menurun. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada kondisi membran dan larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen. Tahap pelaksanaan mengendalikan pembersihan sesuai jenis kontaminasi oleh personel terlatih, sedangkan tahap pemeriksaan menilai penggantian bila kinerja menurun melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Kesalahan pada perawatan elektroda pH sering kali bukan akibat satu tindakan tunggal, melainkan gabungan beberapa kelemahan kecil. Contohnya, kondisi

membran yang tidak mutakhir dapat bertemu dengan larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen yang tidak terdokumentasi, kemudian diperparah oleh pembersihan sesuai jenis kontaminasi oleh personel terlatih yang tidak diverifikasi. Karena itu, pengendalian perlu berlapis. Lapisan teknis, administratif, kompetensi, dan pemantauan harus saling mendukung agar kegagalan satu lapisan tidak langsung menghasilkan dampak serius.

14.9.1 Fokus Operasional

- Kondisi membran.
- Larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen.
- Pembersihan sesuai jenis kontaminasi oleh personel terlatih.
- Penggantian bila kinerja menurun.

Indikator kinerja untuk perawatan elektroda pH tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa kondisi membran sudah tersedia, tetapi larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen belum konsisten. Dampaknya, pembersihan sesuai jenis kontaminasi oleh personel terlatih sulit diverifikasi dan penggantian bila kinerja menurun sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

14.9.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk perawatan elektroda pH, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan kondisi membran, konsistensi larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen, keterkendalian pembersihan sesuai jenis kontaminasi oleh personel terlatih, dan tersedianya bukti tentang penggantian bila kinerja menurun. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa

melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk perawatan elektroda pH dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

14.10 Ketertelusuran pengukuran

Secara operasional, ketertelusuran pengukuran menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan acuan bersertifikat dengan identitas standar, kemudian memastikan riwayat kalibrasi dan hubungan hasil dengan sistem mutu menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada acuan bersertifikat dan identitas standar. Tahap pelaksanaan mengendalikan riwayat kalibrasi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai hubungan hasil dengan sistem mutu melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada ketertelusuran pengukuran perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

14.10.1 Fokus Operasional

- Acuan bersertifikat.
- Identitas standar.

- Riwayat kalibrasi.
- Hubungan hasil dengan sistem mutu.

Indikator kinerja untuk ketertelusuran pengukuran tidak harus rumit. Laboratorium dapat memilih beberapa indikator yang relevan, misalnya ketepatan waktu, persentase dokumen lengkap, jumlah ketidaksesuaian berulang, ketersediaan alat, akurasi inventaris, atau penyelesaian tindakan korektif. Indikator sebaiknya digunakan untuk perbaikan proses, bukan sekadar memenuhi laporan. Jika suatu indikator memburuk, pengelola perlu menelusuri penyebab dan memastikan tindakan yang dipilih benar-benar mengurangi masalah.

Sebagai ilustrasi, sebuah laboratorium pendidikan menemukan bahwa acuan bersertifikat sudah tersedia, tetapi identitas standar belum konsisten. Dampaknya, riwayat kalibrasi sulit diverifikasi dan hubungan hasil dengan sistem mutu sering bergantung pada orang tertentu. Penyelesaian yang tepat bukan menambah formulir tanpa tujuan, melainkan memetakan alur kerja, menetapkan penanggung jawab, menyederhanakan dokumen, dan menentukan indikator yang benar-benar berguna. Setelah perubahan diterapkan, laboratorium perlu memeriksa apakah masalah yang sama masih muncul dan menyesuaikan sistem bila diperlukan.

14.10.2 Bukti Objektif dan Audit

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada acuan bersertifikat dan identitas standar. Tahap pelaksanaan mengendalikan riwayat kalibrasi, sedangkan tahap pemeriksaan menilai hubungan hasil dengan sistem mutu melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Bukti objektif untuk ketertelusuran pengukuran dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 14.4 Matriks penerapan untuk ketertelusuran pengukuran

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Acuan bersertifikat	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Identitas standar	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Riwayat kalibrasi	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Hubungan hasil dengan sistem mutu	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

14.11 Quality Control hasil laboratorium

Pembahasan quality control hasil laboratorium dimulai dari kebutuhan untuk memastikan bahwa setiap kegiatan laboratorium memiliki tujuan, sumber daya, kendali, dan bukti pelaksanaan yang jelas. Unsur pentingnya adalah blanko, duplo, bahan kontrol, serta grafik kendali atau tren. Jika salah satu unsur tidak dikendalikan, laboratorium dapat mengalami pemborosan, kehilangan informasi, kesalahan penggunaan fasilitas, atau peningkatan risiko. Sebaliknya, pengelolaan yang terencana membuat proses lebih mudah diaudit, dievaluasi, dan diperbaiki. Prinsip ini penting baik pada laboratorium pendidikan, penelitian, maupun layanan analisis.

Dari sudut tata kelola, quality control hasil laboratorium sebaiknya memiliki pemilik proses dan rekaman yang memadai. Pemilik proses memastikan blanko tidak terlepas dari duplo, sedangkan rekaman memberikan bukti bahwa bahan kontrol dan grafik kendali atau tren benar-benar dilaksanakan. Pemisahan antara kebijakan, SOP, formulir, dan rekaman perlu dipahami agar dokumen tidak menumpuk tanpa fungsi. Kebijakan menjelaskan arah, SOP mengatur cara, formulir membantu pencatatan, dan rekaman menunjukkan apa yang benar-benar terjadi.

Aspek risiko pada quality control hasil laboratorium perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

14.11.1 Fokus Operasional

- Blanko.
- Duplo.
- Bahan kontrol.
- Grafik kendali atau tren.

Dari perspektif mutu, quality control hasil laboratorium harus menghasilkan informasi yang dapat ditelusuri. Minimal terdapat identitas objek, tanggal, penanggung jawab, hasil pemeriksaan, dan tindak lanjut jika ditemukan penyimpangan. Ketertelusuran membuat laboratorium mampu menjawab pertanyaan sederhana namun penting: apa yang terjadi, siapa yang melakukannya, dokumen mana yang berlaku saat itu, dan mengapa keputusan tertentu diambil. Rekaman yang baik juga mempermudah audit, evaluasi tren, dan pembelajaran dari kejadian sebelumnya.

Contoh lain dapat dilihat ketika dua kelompok pengguna menerapkan cara berbeda terhadap quality control hasil laboratorium. Kelompok pertama menekankan blanko, sedangkan kelompok kedua lebih fokus pada duplo. Jika tidak ada standar bersama, bahan kontrol dan grafik kendali atau tren menjadi tidak seragam. Pengelola perlu menyepakati kriteria minimum, mendokumentasikan prosedur yang berlaku, memberikan penjelasan kepada pengguna, serta mengumpulkan umpan balik. Tujuannya bukan menyeragamkan semua detail, melainkan memastikan aspek kritis keselamatan, mutu, dan ketertelusuran tetap terkendali.

14.11.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk quality control hasil laboratorium, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan blanko, konsistensi duplo, keterkendalian bahan kontrol, dan tersedianya bukti tentang grafik kendali atau tren. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk quality control hasil laboratorium dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan

praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

$$\text{RSD} = (s / \bar{x}) \times 100\%$$

14.12 Penjaminan mutu dan integritas data

Secara operasional, penjaminan mutu dan integritas data menjembatani kebijakan laboratorium dengan praktik sehari-hari. Pengelola perlu menghubungkan validasi sebelum pelaporan dengan review oleh personel berwenang, kemudian memastikan audit trail dan tindakan terhadap hasil di luar kriteria menjadi bagian dari alur kerja yang nyata. Cara berpikir ini menempatkan dokumen bukan sekadar arsip, melainkan alat untuk menjaga konsistensi keputusan. Ketika personel memahami alasan di balik pengendalian, kepatuhan cenderung lebih baik dan masalah dapat ditemukan lebih awal sebelum berkembang menjadi ketidaksesuaian yang lebih besar.

Dalam praktik, laboratorium dapat menggunakan siklus rencana-laksanakan-periksa-tindak lanjut. Pada tahap rencana, fokus diberikan pada validasi sebelum pelaporan dan review oleh personel berwenang. Tahap pelaksanaan mengendalikan audit trail, sedangkan tahap pemeriksaan menilai tindakan terhadap hasil di luar kriteria melalui indikator atau bukti objektif. Temuan kemudian digunakan untuk memperbaiki prosedur, sumber daya, atau kompetensi personel. Siklus ini mencegah laboratorium bergantung pada kebiasaan individu dan membantu menjaga kontinuitas ketika terjadi pergantian personel.

Aspek risiko pada penjaminan mutu dan integritas data perlu dinilai sebelum menetapkan kontrol. Risiko dapat muncul karena informasi tidak lengkap, tanggung jawab tidak jelas, kondisi fasilitas berubah, atau personel menggunakan asumsi yang tidak terdokumentasi. Pengendalian yang dipilih sebaiknya mengutamakan pencegahan pada sumbernya dan kemudian diperkuat dengan prosedur, supervisi, pelatihan, serta APD apabila relevan. Untuk pekerjaan yang melibatkan bahan berbahaya, pengguna harus mengikuti SDS, SOP institusi, dan arahan personel kompeten; tidak dianjurkan melakukan improvisasi prosedural di luar kewenangan.

14.12.1 Fokus Operasional

- Validasi sebelum pelaporan.
- Review oleh personel berwenang.
- Audit trail.
- Tindakan terhadap hasil di luar kriteria.

Konsistensi penjaminan mutu dan integritas data juga dipengaruhi oleh kualitas komunikasi. Informasi mengenai validasi sebelum pelaporan, review oleh personel berwenang, audit trail, dan tindakan terhadap hasil di luar kriteria harus disampaikan dalam bahasa yang dipahami pengguna serta tersedia pada saat dibutuhkan. Komunikasi yang baik mengurangi ketergantungan pada informasi lisan yang mudah berubah. Untuk keputusan penting, bukti tertulis atau elektronik yang terkendali jauh lebih dapat diandalkan daripada ingatan individu.

Dalam audit internal, temuan mengenai penjaminan mutu dan integritas data sebaiknya ditelusuri sampai akar sistemiknya. Misalnya, ketidaksesuaian pada validasi sebelum pelaporan dapat berasal dari desain dokumen yang tidak praktis, pelatihan yang belum memadai, keterbatasan review oleh personel berwenang, atau tidak adanya pemantauan audit trail. Tindakan korektif harus menasar penyebab tersebut dan diikuti verifikasi efektivitas. Dengan cara ini, tindakan terhadap hasil di luar kriteria menjadi bagian dari pembelajaran organisasi, bukan sekadar penyelesaian administratif.

14.12.2 Bukti Objektif dan Audit

Penerapan yang baik biasanya diawali dengan penetapan kriteria yang dapat diamati. Untuk penjaminan mutu dan integritas data, kriteria tersebut dapat berupa kelengkapan validasi sebelum pelaporan, konsistensi review oleh personel berwenang, keterkendalian audit trail, dan tersedianya bukti tentang tindakan terhadap hasil di luar kriteria. Kriteria perlu disesuaikan dengan jenis laboratorium dan tingkat risikonya. Tidak semua laboratorium membutuhkan sistem yang sama kompleks, tetapi setiap laboratorium tetap memerlukan cara yang jelas untuk mengetahui siapa melakukan apa, kapan kegiatan dilaksanakan, dokumen apa yang digunakan, dan bagaimana hasilnya dievaluasi.

Bukti objektif untuk penjaminan mutu dan integritas data dapat berupa formulir, log, foto kondisi fasilitas, data elektronik, sertifikat, catatan pelatihan, atau hasil inspeksi sesuai karakter proses. Bukti harus dapat dikaitkan dengan waktu, objek, dan penanggung jawab. Dalam audit, kesesuaian dinilai dengan membandingkan praktik aktual terhadap persyaratan yang telah ditetapkan, bukan terhadap preferensi auditor.

Tabel 14.5 Matriks penerapan untuk penjaminan mutu dan integritas data

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Validasi sebelum pelaporan	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

Fokus	Kendali	Bukti Objektif	Tindak Lanjut
Review oleh personel berwenang	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Audit trail	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.
Tindakan terhadap hasil di luar kriteria	Kriteria ditetapkan dalam prosedur atau petunjuk kerja yang relevan.	Rekaman pemeriksaan, log, data elektronik, atau dokumen pendukung.	Tinjau bila ada perubahan, penyimpangan, atau tren yang memburuk.

14.13 Matriks Dokumen dan Rekaman Bab

Tabel 14.6 Contoh dokumen dan rekaman yang mendukung pengelolaan

Area	Dokumen/Rekaman yang Disarankan
Prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik	Checklist atau rekaman yang menunjukkan resolusi tinggi, meja stabil, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Teknik penimbangan dan sumber galat	Checklist atau rekaman yang menunjukkan tara, stabilitas pembacaan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Kalibrasi dan verifikasi neraca	Checklist atau rekaman yang menunjukkan acuan massa sesuai kebutuhan, rentang penggunaan, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Pemeliharaan neraca analitik	Checklist atau rekaman yang menunjukkan kebersihan ruang timbang, pemeriksaan level, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.
Prinsip pengukuran pH	Checklist atau rekaman yang menunjukkan elektroda gelas dan referensi, respon terhadap aktivitas ion hidrogen, dan tindak lanjut bila ada penyimpangan.

Jenis dokumen harus disesuaikan dengan kompleksitas laboratorium. Prinsip utamanya adalah cukup untuk mengendalikan proses dan menyediakan bukti, tanpa menciptakan beban administratif yang tidak memberi nilai tambah.

14.14 Risiko Umum dan Pengendalian Tingkat Sistem

Tabel 14.7 Contoh risiko proses dan pengendalian sistem

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik	Informasi tidak mutakhir atau resolusi tinggi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap meja stabil.
Teknik penimbangan dan sumber galat	Informasi tidak mutakhir atau tara tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap stabilitas pembacaan.
Kalibrasi dan verifikasi neraca	Informasi tidak mutakhir atau acuan massa sesuai kebutuhan tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap rentang penggunaan.

Area	Risiko Umum	Pengendalian Tingkat Sistem
Pemeliharaan neraca analitik	Informasi tidak mutakhir atau kebersihan ruang timbang tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap pemeriksaan level.
Prinsip pengukuran pH	Informasi tidak mutakhir atau elektroda gelas dan referensi tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap respon terhadap aktivitas ion hidrogen.
Kalibrasi pH meter	Informasi tidak mutakhir atau buffer standar yang mencakup rentang pengukuran tidak terkendali	Tetapkan kriteria, penanggung jawab, rekaman, dan verifikasi berkala terhadap urutan sesuai SOP alat.

Tabel risiko di atas adalah contoh kerangka analisis. Penilaian risiko nyata harus mempertimbangkan kondisi fasilitas, bahan, alat, kompetensi pengguna, skala kegiatan, dan ketentuan institusi. Untuk pekerjaan berisiko tinggi, pengendalian ditetapkan oleh personel yang kompeten dan berwenang.

14.15 Ringkasan Bab

- Prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik: resolusi tinggi, meja stabil, minim getaran dan aliran udara, dan kondisi lingkungan terkendali.
- Teknik penimbangan dan sumber galat: tara, stabilitas pembacaan, muatan statis atau aliran udara, dan kebersihan wadah.
- Kalibrasi dan verifikasi neraca: acuan massa sesuai kebutuhan, rentang penggunaan, rekaman hasil, dan tindakan bila hasil tidak memenuhi kriteria.
- Pemeliharaan neraca analitik: kebersihan ruang timbang, pemeriksaan level, perlindungan dari beban berlebih, dan servis oleh personel kompeten.
- Prinsip pengukuran pH: elektroda gelas dan referensi, respon terhadap aktivitas ion hidrogen, ketergantungan temperatur, dan kondisi elektroda.
- Kalibrasi pH meter: buffer standar yang mencakup rentang pengukuran, urutan sesuai SOP alat, pemeriksaan slope/offset sesuai kriteria, dan rekaman kalibrasi.
- Perawatan elektroda pH: kondisi membran, larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen, pembersihan sesuai jenis kontaminasi oleh personel terlatih, dan penggantian bila kinerja menurun.
- Ketertelusuran pengukuran: acuan bersertifikat, identitas standar, riwayat kalibrasi, dan hubungan hasil dengan sistem mutu.
- Quality Control hasil laboratorium: blanko, duplo, bahan kontrol, dan grafik kendali atau tren.
- Penjaminan mutu dan integritas data: validasi sebelum pelaporan, review oleh personel berwenang, audit trail, dan tindakan terhadap hasil di luar kriteria.

Inti bab ini adalah mengubah konsep menjadi sistem pengelolaan yang memiliki kriteria, penanggung jawab, bukti objektif, penilaian risiko, dan tindak lanjut.

Sistem yang baik bersifat proporsional: cukup ketat untuk menjaga keselamatan dan mutu, tetapi tetap mudah diterapkan oleh pengguna yang telah dilatih.

14.16 Latihan dan Pembahasan

Soal 14.1. Neraca menunjukkan 10,0021 g untuk anak timbangan acuan 10,0000 g. Hitung bias pembacaan.

Pembahasan. Bias = hasil – nilai acuan = $10,0021 - 10,0000 = +0,0021$ g. Penilaian lulus/tidak lulus memerlukan kriteria penerimaan yang ditetapkan laboratorium dan mempertimbangkan ketidakpastian acuan serta kebutuhan metode.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan resolusi tinggi dan meja stabil. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.2. Tiga pembacaan massa berturut-turut adalah 5,0002; 5,0001; dan 5,0003 g. Hitung rata-rata.

Pembahasan. Rata-rata = $(5,0002 + 5,0001 + 5,0003)/3 = 5,0002$ g. Sebaran yang kecil menunjukkan presisi baik pada contoh ini, tetapi evaluasi formal tetap memerlukan kriteria dan kondisi pengukuran yang terkendali.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tara dan stabilitas pembacaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.3. Mengapa pintu pelindung neraca analitik perlu ditutup saat pembacaan?

Pembahasan. Aliran udara dapat memberi gaya kecil pada wadah dan menyebabkan angka tidak stabil. Menutup pelindung mengurangi gangguan tersebut. Sumber galat lain seperti getaran, statis, suhu sampel, dan kebersihan juga perlu dikendalikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan acuan massa sesuai kebutuhan dan rentang penggunaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara

mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.4. Jelaskan tujuan verifikasi harian neraca dibanding kalibrasi periodik.

Pembahasan. Verifikasi adalah pemeriksaan bahwa kinerja masih berada dalam batas yang ditentukan pada saat digunakan, sedangkan kalibrasi menetapkan hubungan antara indikasi alat dan nilai acuan. Keduanya saling melengkapi dan frekuensinya ditetapkan berbasis risiko serta sistem mutu.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kebersihan ruang timbang dan pemeriksaan level. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.5. Mengapa pH meter perlu dikalibrasi dengan buffer yang mencakup rentang sampel?

Pembahasan. Respon elektroda dapat memiliki offset dan slope. Menggunakan buffer yang relevan terhadap rentang sampel membantu memastikan model kalibrasi merepresentasikan wilayah pengukuran. Jenis dan jumlah titik mengikuti kebutuhan metode dan petunjuk alat.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan elektroda gelas dan referensi dan respon terhadap aktivitas ion hidrogen. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.6. Sebuah buffer bersertifikat pH 7,00 terbaca 7,08 sebelum kalibrasi. Apa makna temuan ini?

Pembahasan. Selisih menunjukkan adanya penyimpangan sistem pH meter/elektroda pada kondisi tersebut. Pengguna tidak boleh langsung mengoreksi data sampel secara sembarang; lakukan kalibrasi/verifikasi sesuai SOP, periksa kondisi elektroda dan buffer, kemudian dokumentasikan hasil dan tindakan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan buffer standar yang mencakup rentang pengukuran dan urutan sesuai SOP alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.7. Apa fungsi blanko dalam quality control?

Pembahasan. Blanko membantu mendeteksi kontribusi dari pelarut, reagen, wadah, atau proses terhadap sinyal. Nilai blanko yang tidak wajar dapat menunjukkan kontaminasi atau masalah prosedural sebelum hasil sampel dilaporkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kondisi membran dan larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.8. Apa fungsi duplo atau pengukuran berulang?

Pembahasan. Duplo memberikan informasi tentang presisi proses. Perbedaan yang terlalu besar dibanding kriteria laboratorium dapat menunjukkan heterogenitas sampel, kesalahan preparasi, atau masalah alat dan perlu ditinjau.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan acuan bersertifikat dan identitas standar. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.9. Jelaskan prinsip grafik kendali secara sederhana.

Pembahasan. Grafik kendali memplot hasil bahan kontrol terhadap waktu dan membandingkannya dengan garis pusat serta batas yang ditetapkan. Pola tren, pergeseran, atau titik di luar batas membantu mendeteksi perubahan proses sebelum kualitas hasil terpengaruh lebih luas.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan blanko dan duplo. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.10. Apa yang dimaksud ketertelusuran metrologi?

Pembahasan. Ketertelusuran metrologi adalah sifat hasil pengukuran yang dapat dihubungkan ke acuan melalui rantai kalibrasi terdokumentasi yang tidak terputus, masing-masing berkontribusi pada ketidakpastian. Dalam praktik, diperlukan identitas standar, sertifikat, rekaman, dan status kalibrasi yang jelas.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan validasi sebelum pelaporan dan review oleh personel berwenang. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.11. Mengapa data mentah tidak boleh diubah tanpa jejak?

Pembahasan. Integritas data mensyaratkan perubahan dapat ditelusuri: siapa mengubah, kapan, apa yang berubah, dan mengapa. Audit trail atau mekanisme setara mencegah hasil kehilangan konteks dan mendukung review independen.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan resolusi tinggi dan meja stabil. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.12. Sebutkan sumber gangguan umum pada neraca analitik.

Pembahasan. Getaran, aliran udara, suhu yang berbeda antara sampel dan lingkungan, muatan statis, meja tidak stabil, beban tidak sesuai, dan kebersihan ruang timbang. Pengendalian disesuaikan dengan risiko dan rekomendasi alat.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan tara dan stabilitas pembacaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.13. Sebutkan sumber gangguan umum pada pengukuran pH.

Pembahasan. Kondisi elektroda, buffer tidak sesuai/terkontaminasi, suhu, waktu respons, matriks sampel, kontaminasi silang, dan kalibrasi yang tidak memadai. Evaluasi harus mengikuti SOP dan petunjuk pabrikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan acuan massa sesuai kebutuhan dan rentang penggunaan. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.14. Apa arti slope elektroda pH dalam konteks kendali mutu?

Pembahasan. Slope menggambarkan perubahan respons elektroda terhadap perubahan pH. Nilai yang menyimpang dari rentang yang ditetapkan produsen/laboratorium dapat menunjukkan masalah elektroda atau kalibrasi dan memerlukan tindakan sesuai SOP.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kebersihan ruang timbang dan pemeriksaan level. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.15. Bagaimana laboratorium menangani alat yang gagal verifikasi?

Pembahasan. Alat diberi status tidak boleh digunakan, penyebab ditinjau, dilakukan tindakan yang sesuai oleh personel kompeten, lalu diverifikasi kembali. Dampak terhadap hasil yang dihasilkan sejak verifikasi terakhir yang memuaskan perlu dinilai bila relevan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan elektroda gelas dan referensi dan respon terhadap aktivitas ion hidrogen. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.16. Mengapa standar acuan perlu memiliki identitas dan masa berlaku yang jelas?

Pembahasan. Tanpa identitas, lot, nilai, ketidakpastian, dan status berlaku, hasil verifikasi tidak dapat ditelusuri. Pengendalian standar acuan adalah bagian dari rantai mutu pengukuran.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan buffer standar yang mencakup rentang pengukuran dan urutan sesuai SOP alat. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.17. Apa beda quality control dan quality assurance?

Pembahasan. Quality control berfokus pada pemeriksaan operasional terhadap kinerja hasil, misalnya blanko, duplo, atau bahan kontrol. Quality assurance lebih luas: mencakup kebijakan, kompetensi, dokumen, audit, kalibrasi, validasi,

review, dan sistem yang memberi keyakinan bahwa mutu dapat dicapai secara konsisten.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan kondisi membran dan larutan penyimpanan sesuai petunjuk produsen. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.18. Mengapa hasil di luar kriteria tidak boleh dihapus begitu saja?

Pembahasan. Hasil tersebut merupakan informasi penting tentang proses. Sistem mutu perlu menandai, menginvestigasi, mendokumentasikan keputusan, dan menentukan apakah pengukuran perlu diulang berdasarkan alasan yang sah, bukan untuk memilih hasil yang diinginkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan acuan bersertifikat dan identitas standar. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.19. Buat checklist pembukaan kerja neraca analitik.

Pembahasan. Periksa status alat, kebersihan, level/stabilitas, kondisi lingkungan, hasil verifikasi yang diwajibkan, wadah yang sesuai, dan kesiapan rekaman. Bila salah satu kondisi kritis tidak terpenuhi, pekerjaan ditunda sampai masalah diselesaikan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan blanko dan duplo. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan, personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

Soal 14.20. Buat checklist pembukaan kerja pH meter.

Pembahasan. Periksa identitas/status alat, kondisi elektroda, ketersediaan buffer standar yang valid, suhu/kondisi yang relevan, prosedur kalibrasi, wadah bersih, dan rekaman. Pengukuran dimulai setelah kalibrasi/verifikasi memenuhi kriteria yang ditetapkan.

Dalam konteks manajemen, jawaban juga perlu dikaitkan dengan validasi sebelum pelaporan dan review oleh personel berwenang. Jika kasus diterapkan pada laboratorium nyata, mahasiswa harus menjelaskan dokumen yang digunakan,

personel yang berwenang, bukti objektif yang dikumpulkan, dan cara mengevaluasi efektivitas tindakan. Untuk aspek keselamatan, rujukan utama tetap SOP, SDS, petunjuk alat, dan kebijakan institusi.

14.17 Soal Pengembangan

1. Lakukan audit simulasi terhadap prinsip kerja dan lingkungan neraca analitik pada skenario laboratorium pendidikan. Susun kriteria, bukti yang dicari, temuan, dan rekomendasi.
2. Rancang SOP tingkat sistem untuk kalibrasi dan verifikasi neraca tanpa menyalin prosedur sumber. Jelaskan ruang lingkup, tanggung jawab, dokumen terkait, dan rekaman.
3. Buat dashboard lima indikator untuk memantau prinsip pengukuran pH selama satu semester dan jelaskan cara membaca tren.
4. Bandingkan dua alternatif pengelolaan perawatan elektroda pH dari sisi keselamatan, mutu, biaya, dan keberlanjutan.
5. Susun studi kasus integratif yang menggabungkan sekurang-kurangnya tiga topik dalam Bab 14, lalu buat rubrik penilaiannya.

Soal pengembangan ditujukan untuk diskusi atau proyek terbimbing. Nyatakan asumsi, sumber informasi, batas kewenangan, dan alasan solusi. Untuk bahan berbahaya atau keadaan darurat, ikuti SOP institusi dan arahan personel kompeten.

LAMPIRAN A TEMPLATE STRUKTUR ORGANISASI DAN URAIAN TUGAS

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

A.1 Formulir/Checklist 1

Tabel A.1 Template Template Struktur Organisasi Dan Uraian Tugas

Elemen	Data/Status	Catatan
Kepala Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Koordinator Teknis		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Laboran/Teknisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penanggung Jawab Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pengguna Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

A.2 Formulir/Checklist 2

Tabel A.2 Template Template Struktur Organisasi Dan Uraian Tugas

Elemen	Data/Status	Catatan
Kepala Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Koordinator Teknis		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Laboran/Teknisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penanggung Jawab Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pengguna Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

A.3 Formulir/Checklist 3

Tabel A.3 Template Template Struktur Organisasi Dan Uraian Tugas

Elemen	Data/Status	Catatan
Kepala Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Koordinator Teknis		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Laboran/Teknisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penanggung Jawab Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pengguna Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

A.4 Formulir/Checklist 4

Tabel A.4 Template Template Struktur Organisasi Dan Uraian Tugas

Elemen	Data/Status	Catatan
Kepala Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Koordinator Teknis		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Laboran/Teknisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penanggung Jawab Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pengguna Laboratorium		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN B TEMPLATE SOP DAN PENGENDALIAN DOKUMEN

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

B.1 Formulir/Checklist 1

Tabel B.1 Template Template Sop Dan Pengendalian Dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tujuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Ruang lingkup		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggung jawab		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Definisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Prosedur tingkat sistem		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Referensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Riwayat revisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

B.2 Formulir/Checklist 2

Tabel B.2 Template Template Sop Dan Pengendalian Dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tujuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Ruang lingkup		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggung jawab		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Definisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Prosedur tingkat sistem		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Referensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Riwayat revisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

B.3 Formulir/Checklist 3

Tabel B.3 Template Template Sop Dan Pengendalian Dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tujuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Ruang lingkup		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggung jawab		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Definisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Prosedur tingkat sistem		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Referensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Riwayat revisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

B.4 Formulir/Checklist 4

Tabel B.4 Template Template Sop Dan Pengendalian Dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tujuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Ruang lingkup		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggung jawab		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Definisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Prosedur tingkat sistem		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Referensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Riwayat revisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN C FORMULIR PENGADAAN DAN INVENTARIS

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

C.1 Formulir/Checklist 1

Tabel C.1 Template Formulir Pengadaan Dan Inventaris

Elemen	Data/Status	Catatan
Daftar kebutuhan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Spesifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Evaluasi pemasok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penerimaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kode inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kartu stok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Stock opname		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

C.2 Formulir/Checklist 2

Tabel C.2 Template Formulir Pengadaan Dan Inventaris

Elemen	Data/Status	Catatan
Daftar kebutuhan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Spesifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Evaluasi pemasok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penerimaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kode inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kartu stok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Stock opname		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

C.3 Formulir/Checklist 3

Tabel C.3 Template Formulir Pengadaan Dan Inventaris

Elemen	Data/Status	Catatan
Daftar kebutuhan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Spesifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Evaluasi pemasok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penerimaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kode inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kartu stok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Stock opname		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

C.4 Formulir/Checklist 4

Tabel C.4 Template Formulir Pengadaan Dan Inventaris

Elemen	Data/Status	Catatan
Daftar kebutuhan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Spesifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Evaluasi pemasok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penerimaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kode inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kartu stok		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Stock opname		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem

dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN D REGISTER BAHAN DAN CHECKLIST LABEL GHS

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

D.1 Formulir/Checklist 1

Tabel D.1 Template Register Bahan Dan Checklist Label Ghs

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
CAS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jumlah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Piktogram		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kata sinyal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hazard statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Precautionary statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

D.2 Formulir/Checklist 2

Tabel D.2 Template Register Bahan Dan Checklist Label Ghs

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
CAS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jumlah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Piktogram		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kata sinyal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hazard statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Precautionary statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

D.3 Formulir/Checklist 3

Tabel D.3 Template Register Bahan Dan Checklist Label Ghs

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
CAS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jumlah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Piktogram		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kata sinyal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hazard statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Precautionary statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

D.4 Formulir/Checklist 4

Tabel D.4 Template Register Bahan Dan Checklist Label Ghs

Elemen	Data/Status	Catatan
--------	-------------	---------

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
CAS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jumlah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Piktogram		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kata sinyal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hazard statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Precautionary statement		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN E LEMBAR TINJAU SDS

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

E.1 Formulir/Checklist 1

Tabel E.1 Template Lembar Tinjau Sds

Elemen	Data/Status	Catatan
Bagian SDS 1		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 2		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 4		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 5		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 6		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 7		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 8		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 9		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 10		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 11		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 12		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 13		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 14		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 15		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 16		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

E.2 Formulir/Checklist 2

Tabel E.2 Template Lembar Tinjau Sds

Elemen	Data/Status	Catatan
Bagian SDS 1		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 2		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 4		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 5		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 6		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 7		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 8		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 9		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 10		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 11		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 12		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 13		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 14		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 15		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 16		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

E.3 Formulir/Checklist 3

Tabel E.3 Template Lembar Tinjau Sds

Elemen	Data/Status	Catatan
Bagian SDS 1		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 2		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Bagian SDS 4		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 5		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 6		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 7		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 8		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 9		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 10		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 11		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 12		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 13		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 14		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 15		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 16		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

E.4 Formulir/Checklist 4

Tabel E.4 Template Lembar Tinjau Sds

Elemen	Data/Status	Catatan
Bagian SDS 1		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 2		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 4		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 5		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 6		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 7		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 8		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Bagian SDS 9		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 10		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 11		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 12		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 13		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 14		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 15		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bagian SDS 16		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN F MATRIKS KOMPATIBILITAS DAN AUDIT PENYIMPANAN

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

F.1 Formulir/Checklist 1

Tabel F.1 Template Matriks Kompatibilitas Dan Audit Penyimpanan

Elemen	Data/Status	Catatan
Kelompok bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kompatibilitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Secondary containment		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kondisi wadah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal inspeksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

F.2 Formulir/Checklist 2

Tabel F.2 Template Matriks Kompatibilitas Dan Audit Penyimpanan

Elemen	Data/Status	Catatan
Kelompok bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kompatibilitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Secondary containment		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kondisi wadah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal inspeksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

F.3 Formulir/Checklist 3

Tabel F.3 Template Matriks Kompatibilitas Dan Audit Penyimpanan

Elemen	Data/Status	Catatan
Kelompok bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kompatibilitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Secondary containment		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kondisi wadah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal inspeksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

F.4 Formulir/Checklist 4

Tabel F.4 Template Matriks Kompatibilitas Dan Audit Penyimpanan

Elemen	Data/Status	Catatan
Kelompok bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lokasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kompatibilitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Secondary containment		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kondisi wadah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal inspeksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem

dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN G LOG PEMELIHARAAN, VERIFIKASI, DAN KALIBRASI

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

G.1 Formulir/Checklist 1

Tabel G.1 Template Log Pemeliharaan, Verifikasi, Dan Kalibrasi

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kegiatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Acuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kriteria		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaksana		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

G.2 Formulir/Checklist 2

Tabel G.2 Template Log Pemeliharaan, Verifikasi, Dan Kalibrasi

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kegiatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Acuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Kriteria		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaksana		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

G.3 Formulir/Checklist 3

Tabel G.3 Template Log Pemeliharaan, Verifikasi, Dan Kalibrasi

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kegiatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Acuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kriteria		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaksana		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

G.4 Formulir/Checklist 4

Tabel G.4 Template Log Pemeliharaan, Verifikasi, Dan Kalibrasi

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tanggal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Kegiatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Acuan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kriteria		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaksana		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN H FORMULIR HIRA/JSA DAN RISK REGISTER

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

H.1 Formulir/Checklist 1

Tabel H.1 Template Formulir Hira/Jsa Dan Risk Register

Elemen	Data/Status	Catatan
Tahap pekerjaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bahaya		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Konsekuensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol yang ada		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Risiko awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol tambahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Risiko residual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemilik risiko		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

H.2 Formulir/Checklist 2

Tabel H.2 Template Formulir Hira/Jsa Dan Risk Register

Elemen	Data/Status	Catatan
Tahap pekerjaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bahaya		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Konsekuensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol yang ada		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Risiko awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol tambahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Risiko residual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Pemilik risiko		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

H.3 Formulir/Checklist 3

Tabel H.3 Template Formulir Hira/Jsa Dan Risk Register

Elemen	Data/Status	Catatan
Tahap pekerjaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bahaya		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Konsekuensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol yang ada		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Risiko awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol tambahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Risiko residual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemilik risiko		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

H.4 Formulir/Checklist 4

Tabel H.4 Template Formulir Hira/Jsa Dan Risk Register

Elemen	Data/Status	Catatan
Tahap pekerjaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bahaya		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Konsekuensi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol yang ada		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Risiko awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kontrol tambahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Risiko residual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemilik risiko		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN I CHECKLIST KESIAPSIAGAAN DARURAT DAN LAPORAN INSIDEN

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

I.1 Formulir/Checklist 1

Tabel I.1 Template Checklist Kesiapsiagaan Darurat Dan Laporan Insiden

Elemen	Data/Status	Catatan
Alarm dan kontak		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jalur evakuasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Titik kumpul		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Shower/eyewash		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaporan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Fakta kejadian		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindakan awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

I.2 Formulir/Checklist 2

Tabel I.2 Template Checklist Kesiapsiagaan Darurat Dan Laporan Insiden

Elemen	Data/Status	Catatan
Alarm dan kontak		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jalur evakuasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Titik kumpul		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Shower/eyewash		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaporan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Fakta kejadian		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Tindakan awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

I.3 Formulir/Checklist 3

Tabel I.3 Template Checklist Kesiapsiagaan Darurat Dan Laporan Insiden

Elemen	Data/Status	Catatan
Alarm dan kontak		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jalur evakuasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Titik kumpul		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Shower/eyewash		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaporan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Fakta kejadian		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindakan awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

I.4 Formulir/Checklist 4

Tabel I.4 Template Checklist Kesiapsiagaan Darurat Dan Laporan Insiden

Elemen	Data/Status	Catatan
Alarm dan kontak		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Jalur evakuasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Titik kumpul		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Shower/eyewash		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pelaporan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Fakta kejadian		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindakan awal		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN J LEMBAR KERJA PERHITUNGAN DAN PEMBUATAN LARUTAN

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

J.1 Formulir/Checklist 1

Tabel J.1 Template Lembar Kerja Perhitungan Dan Pembuatan Larutan

Elemen	Data/Status	Catatan
Target		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Data bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Perhitungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemeriksaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

J.2 Formulir/Checklist 2

Tabel J.2 Template Lembar Kerja Perhitungan Dan Pembuatan Larutan

Elemen	Data/Status	Catatan
Target		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Data bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Perhitungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemeriksaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

J.3 Formulir/Checklist 3

Tabel J.3 Template Lembar Kerja Perhitungan Dan Pembuatan Larutan

Elemen	Data/Status	Catatan
Target		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Data bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Perhitungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemeriksaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

J.4 Formulir/Checklist 4

Tabel J.4 Template Lembar Kerja Perhitungan Dan Pembuatan Larutan

Elemen	Data/Status	Catatan
Target		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Data bahan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Perhitungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Label		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemeriksaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Rekaman		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem

dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN K LEMBAR KALIBRASI PERALATAN GELAS

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

K.1 Formulir/Checklist 1

Tabel K.1 Template Lembar Kalibrasi Peralatan Gelas

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kapasitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Massa air		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Densitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Volume aktual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bias		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Presisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

K.2 Formulir/Checklist 2

Tabel K.2 Template Lembar Kalibrasi Peralatan Gelas

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kapasitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Massa air		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Densitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Volume aktual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bias		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Presisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

K.3 Formulir/Checklist 3

Tabel K.3 Template Lembar Kalibrasi Peralatan Gelas

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kapasitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Massa air		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Densitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Volume aktual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bias		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Presisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

K.4 Formulir/Checklist 4

Tabel K.4 Template Lembar Kalibrasi Peralatan Gelas

Elemen	Data/Status	Catatan
Identitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kapasitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Massa air		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Densitas		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Volume aktual		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Bias		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Presisi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Status		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN L CHECKLIST NERACA ANALITIK DAN pH METER

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

L.1 Formulir/Checklist 1

Tabel L.1 Template Checklist Neraca Analitik Dan Ph Meter

Elemen	Data/Status	Catatan
Status alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lingkungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Verifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kalibrasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Standar/buffer		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil QC		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

L.2 Formulir/Checklist 2

Tabel L.2 Template Checklist Neraca Analitik Dan Ph Meter

Elemen	Data/Status	Catatan
Status alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lingkungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Verifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kalibrasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Standar/buffer		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil QC		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

L.3 Formulir/Checklist 3

Tabel L.3 Template Checklist Neraca Analitik Dan Ph Meter

Elemen	Data/Status	Catatan
Status alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lingkungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Verifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kalibrasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Standar/buffer		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil QC		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

L.4 Formulir/Checklist 4

Tabel L.4 Template Checklist Neraca Analitik Dan Ph Meter

Elemen	Data/Status	Catatan
Status alat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Lingkungan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Verifikasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kalibrasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Standar/buffer		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Hasil QC		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Tindak lanjut		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem

dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN M CHECKLIST AUDIT MANAJEMEN LABORATORIUM

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

M.1 Formulir/Checklist 1

Tabel M.1 Template Checklist Audit Manajemen Laboratorium

Elemen	Data/Status	Catatan
Organisasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penyimpanan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemeliharaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
GHS/SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
K3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Darurat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Teknik dasar		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu data		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

M.2 Formulir/Checklist 2

Tabel M.2 Template Checklist Audit Manajemen Laboratorium

Elemen	Data/Status	Catatan
Organisasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penyimpanan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Pemeliharaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
GHS/SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
K3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Darurat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Teknik dasar		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu data		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

M.3 Formulir/Checklist 3

Tabel M.3 Template Checklist Audit Manajemen Laboratorium

Elemen	Data/Status	Catatan
Organisasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penyimpanan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemeliharaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
GHS/SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
K3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Darurat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Teknik dasar		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu data		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

M.4 Formulir/Checklist 4

Tabel M.4 Template Checklist Audit Manajemen Laboratorium

Elemen	Data/Status	Catatan
Organisasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumen		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Inventaris		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Penyimpanan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Pemeliharaan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
GHS/SDS		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
K3		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Darurat		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Teknik dasar		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu data		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN N RUBRIK PROYEK SEMESTER

Template berikut bersifat generik. Laboratorium harus menyesuaikan format dengan struktur organisasi, risiko, prosedur, dan persyaratan yang berlaku. Kolom dapat ditambah atau dikurangi selama informasi kritis dan ketertelusuran tetap terjaga.

N.1 Formulir/Checklist 1

Tabel N.1 Template Rubrik Proyek Semester

Elemen	Data/Status	Catatan
Analisis masalah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Ketepatan konsep		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kelayakan rancangan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Keselamatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Presentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Refleksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

N.2 Formulir/Checklist 2

Tabel N.2 Template Rubrik Proyek Semester

Elemen	Data/Status	Catatan
Analisis masalah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Ketepatan konsep		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kelayakan rancangan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Keselamatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Presentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Refleksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

N.3 Formulir/Checklist 3

Tabel N.3 Template Rubrik Proyek Semester

Elemen	Data/Status	Catatan
Analisis masalah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Ketepatan konsep		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kelayakan rancangan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Keselamatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Presentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Refleksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

N.4 Formulir/Checklist 4

Tabel N.4 Template Rubrik Proyek Semester

Elemen	Data/Status	Catatan
Analisis masalah		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Ketepatan konsep		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Kelayakan rancangan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Keselamatan		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Mutu		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Dokumentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Elemen	Data/Status	Catatan
Presentasi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen
Refleksi		Keterangan/hasil pemeriksaan atau referensi dokumen

Catatan penggunaan: isi hanya data yang relevan dan dapat diverifikasi. Tanda tangan, persetujuan elektronik, atau identitas pemeriksa digunakan sesuai sistem dokumen institusi. Formulir yang sudah terisi menjadi rekaman dan harus disimpan mengikuti ketentuan retensi yang berlaku.

LAMPIRAN O BANK STUDI KASUS TERINTEGRASI

Lampiran ini menyediakan studi kasus lintas bab untuk diskusi, ujian berbasis kasus, atau proyek. Setiap kasus menuntut analisis sistem, bukan sekadar jawaban satu langkah. Kasus menggunakan situasi hipotetis dan tidak dimaksudkan sebagai instruksi untuk melakukan pekerjaan berbahaya.

O.1 Kasus Inventaris Dan Pengadaan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, stok bahan tidak sama dengan basis data; ditemukan beberapa pembelian duplikat sementara bahan lain hampir habis. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: rekonsiliasi fisik, perbaikan transaksi, analisis kebutuhan, persetujuan pengadaan, dan indikator akurasi inventaris.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus inventaris dan pengadaan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik.

Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.2 Kasus Sds Dan Label

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, wadah sekunder memiliki nama singkat tetapi tidak ada informasi yang menghubungkannya dengan SDS. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: identifikasi produk, kebijakan pelabelan internal, akses SDS, pelatihan pengguna, dan audit label.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus SDS dan label, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.3 Kasus Pemeliharaan Alat

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, alat sering mengalami downtime tetapi log pemeliharaan tidak lengkap. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status alat, riwayat gangguan, jadwal preventif, kompetensi perbaikan, dan verifikasi sebelum penggunaan kembali.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus pemeliharaan alat, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.4 Kasus Kalibrasi Dan Mutu

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, hasil verifikasi alat berada di luar kriteria tetapi beberapa data sebelumnya sudah dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim

diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: penghentian penggunaan alat, investigasi, penilaian dampak, tindakan korektif, dan dokumentasi keputusan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus kalibrasi dan mutu, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.5 Kasus Penyimpanan Bahan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, beberapa bahan dikelompokkan berdasarkan abjad tanpa memperhatikan kompatibilitas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai

efektivitasnya. Fokus minimum: klasifikasi bahaya, segregasi kompatibilitas, SDS, secondary containment, dan audit penyimpanan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus penyimpanan bahan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.6 Kasus Tata Kelola Dokumen

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, dua versi SOP yang berbeda masih beredar di ruang yang sama. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: pengendalian versi, penarikan dokumen lama, distribusi, pelatihan, dan pencegahan berulang.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus tata kelola dokumen, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang

terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.7 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, near miss sering dibicarakan informal tetapi jarang dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: budaya pelaporan, formulir sederhana, analisis tren, komunikasi hasil, dan tindakan tanpa budaya menyalahkan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus K3 dan budaya keselamatan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.8 Kasus Keamanan Laboratorium

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, akses ruangan dan bahan tidak dibatasi menurut peran. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: otorisasi, daftar akses, inventaris, pencatatan kejadian, dan tinjauan proporsional terhadap risiko.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus keamanan laboratorium, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah

diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.9 Kasus Larutan Kerja

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, label beberapa larutan tidak memiliki tanggal atau konsentrasi yang jelas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status bahan, larangan penggunaan sampai identitas jelas, standar label, rekaman pembuatan, dan audit.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus larutan kerja, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih

tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.10 Kasus Peralatan Gelas

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, sejumlah alat volumetrik memiliki skala pudar dan tidak ada status kalibrasi. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: inspeksi, pemisahan alat, kriteria kelayakan, kalibrasi/verifikasi, dan penggantian bila diperlukan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus peralatan gelas, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.11 Kasus Inventaris Dan Pengadaan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, stok bahan tidak sama dengan basis data; ditemukan beberapa pembelian duplikat sementara bahan lain hampir habis. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: rekonsiliasi fisik, perbaikan transaksi, analisis kebutuhan, persetujuan pengadaan, dan indikator akurasi inventaris.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus inventaris dan pengadaan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.12 Kasus Sds Dan Label

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, wadah sekunder memiliki nama singkat tetapi tidak ada informasi yang menghubungkannya dengan SDS. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut

menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: identifikasi produk, kebijakan pelabelan internal, akses SDS, pelatihan pengguna, dan audit label.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus SDS dan label, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.13 Kasus Pemeliharaan Alat

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, alat sering mengalami downtime tetapi log pemeliharaan tidak lengkap. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai

efektivitasnya. Fokus minimum: status alat, riwayat gangguan, jadwal preventif, kompetensi perbaikan, dan verifikasi sebelum penggunaan kembali.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus pemeliharaan alat, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.14 Kasus Kalibrasi Dan Mutu

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, hasil verifikasi alat berada di luar kriteria tetapi beberapa data sebelumnya sudah dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: penghentian penggunaan alat, investigasi, penilaian dampak, tindakan korektif, dan dokumentasi keputusan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab.

Pada kasus kalibrasi dan mutu, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.15 Kasus Penyimpanan Bahan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, beberapa bahan dikelompokkan berdasarkan abjad tanpa memperhatikan kompatibilitas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: klasifikasi bahaya, segregasi kompatibilitas, SDS, secondary containment, dan audit penyimpanan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus penyimpanan bahan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.16 Kasus Tata Kelola Dokumen

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, dua versi SOP yang berbeda masih beredar di ruang yang sama. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: pengendalian versi, penarikan dokumen lama, distribusi, pelatihan, dan pencegahan berulang.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus tata kelola dokumen, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah

diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.17 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, near miss sering dibicarakan informal tetapi jarang dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: budaya pelaporan, formulir sederhana, analisis tren, komunikasi hasil, dan tindakan tanpa budaya menyalahkan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus K3 dan budaya keselamatan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks.

Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.18 Kasus Keamanan Laboratorium

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, akses ruangan dan bahan tidak dibatasi menurut peran. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: otorisasi, daftar akses, inventaris, pencatatan kejadian, dan tinjauan proporsional terhadap risiko.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus keamanan laboratorium, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.19 Kasus Larutan Kerja

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, label beberapa larutan tidak memiliki tanggal atau konsentrasi yang jelas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status bahan, larangan penggunaan sampai identitas jelas, standar label, rekaman pembuatan, dan audit.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus larutan kerja, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.20 Kasus Peralatan Gelas

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, sejumlah alat volumetrik memiliki skala pudar dan tidak ada status kalibrasi. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: inspeksi, pemisahan alat, kriteria kelayakan, kalibrasi/verifikasi, dan penggantian bila diperlukan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus peralatan gelas, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.21 Kasus Inventaris Dan Pengadaan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, stok bahan tidak sama dengan basis data; ditemukan beberapa pembelian duplikat sementara bahan lain hampir habis. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: rekonsiliasi fisik, perbaikan transaksi, analisis kebutuhan, persetujuan pengadaan, dan indikator akurasi inventaris.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus inventaris dan pengadaan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.22 Kasus Sds Dan Label

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, wadah sekunder memiliki nama singkat tetapi tidak ada informasi yang menghubungkannya dengan SDS. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: identifikasi produk, kebijakan pelabelan internal, akses SDS, pelatihan pengguna, dan audit label.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus SDS dan label, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol

yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.23 Kasus Pemeliharaan Alat

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, alat sering mengalami downtime tetapi log pemeliharaan tidak lengkap. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status alat, riwayat gangguan, jadwal preventif, kompetensi perbaikan, dan verifikasi sebelum penggunaan kembali.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus pemeliharaan alat, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus

diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.24 Kasus Kalibrasi Dan Mutu

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, hasil verifikasi alat berada di luar kriteria tetapi beberapa data sebelumnya sudah dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: penghentian penggunaan alat, investigasi, penilaian dampak, tindakan korektif, dan dokumentasi keputusan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus kalibrasi dan mutu, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.25 Kasus Penyimpanan Bahan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, beberapa bahan dikelompokkan berdasarkan abjad tanpa memperhatikan kompatibilitas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: klasifikasi bahaya, segregasi kompatibilitas, SDS, secondary containment, dan audit penyimpanan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus penyimpanan bahan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik.

Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.26 Kasus Tata Kelola Dokumen

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, dua versi SOP yang berbeda masih beredar di ruang yang sama. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: pengendalian versi, penarikan dokumen lama, distribusi, pelatihan, dan pencegahan berulang.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus tata kelola dokumen, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.27 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, near miss sering dibicarakan informal tetapi jarang dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: budaya pelaporan, formulir sederhana, analisis tren, komunikasi hasil, dan tindakan tanpa budaya menyalahkan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus K3 dan budaya keselamatan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.28 Kasus Keamanan Laboratorium

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, akses ruangan dan bahan tidak dibatasi menurut peran. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu,

efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: otorisasi, daftar akses, inventaris, pencatatan kejadian, dan tinjauan proporsional terhadap risiko.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus keamanan laboratorium, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.29 Kasus Larutan Kerja

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, label beberapa larutan tidak memiliki tanggal atau konsentrasi yang jelas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai

efektivitasnya. Fokus minimum: status bahan, larangan penggunaan sampai identitas jelas, standar label, rekaman pembuatan, dan audit.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus larutan kerja, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.30 Kasus Peralatan Gelas

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, sejumlah alat volumetrik memiliki skala pudar dan tidak ada status kalibrasi. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: inspeksi, pemisahan alat, kriteria kelayakan, kalibrasi/verifikasi, dan penggantian bila diperlukan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus peralatan gelas, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku,

apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.31 Kasus Inventaris Dan Pengadaan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, stok bahan tidak sama dengan basis data; ditemukan beberapa pembelian duplikat sementara bahan lain hampir habis. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: rekonsiliasi fisik, perbaikan transaksi, analisis kebutuhan, persetujuan pengadaan, dan indikator akurasi inventaris.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus inventaris dan pengadaan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.32 Kasus Sds Dan Label

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, wadah sekunder memiliki nama singkat tetapi tidak ada informasi yang menghubungkannya dengan SDS. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: identifikasi produk, kebijakan pelabelan internal, akses SDS, pelatihan pengguna, dan audit label.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus SDS dan label, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah

diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.33 Kasus Pemeliharaan Alat

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, alat sering mengalami downtime tetapi log pemeliharaan tidak lengkap. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status alat, riwayat gangguan, jadwal preventif, kompetensi perbaikan, dan verifikasi sebelum penggunaan kembali.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus pemeliharaan alat, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks.

Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.34 Kasus Kalibrasi Dan Mutu

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, hasil verifikasi alat berada di luar kriteria tetapi beberapa data sebelumnya sudah dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: penghentian penggunaan alat, investigasi, penilaian dampak, tindakan korektif, dan dokumentasi keputusan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus kalibrasi dan mutu, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.35 Kasus Penyimpanan Bahan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, beberapa bahan dikelompokkan berdasarkan abjad tanpa memperhatikan kompatibilitas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: klasifikasi bahaya, segregasi kompatibilitas, SDS, secondary containment, dan audit penyimpanan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus penyimpanan bahan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.36 Kasus Tata Kelola Dokumen

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, dua versi SOP yang berbeda masih beredar di ruang yang sama. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu,

efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: pengendalian versi, penarikan dokumen lama, distribusi, pelatihan, dan pencegahan berulang.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus tata kelola dokumen, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.37 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, near miss sering dibicarakan informal tetapi jarang dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai

efektivitasnya. Fokus minimum: budaya pelaporan, formulir sederhana, analisis tren, komunikasi hasil, dan tindakan tanpa budaya menyalahkan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus K3 dan budaya keselamatan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.38 Kasus Keamanan Laboratorium

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, akses ruangan dan bahan tidak dibatasi menurut peran. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: otorisasi, daftar akses, inventaris, pencatatan kejadian, dan tinjauan proporsional terhadap risiko.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus keamanan laboratorium, tim tidak cukup hanya memperbaiki item

yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.39 Kasus Larutan Kerja

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, label beberapa larutan tidak memiliki tanggal atau konsentrasi yang jelas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status bahan, larangan penggunaan sampai identitas jelas, standar label, rekaman pembuatan, dan audit.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus larutan kerja, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.40 Kasus Peralatan Gelas

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, sejumlah alat volumetrik memiliki skala pudar dan tidak ada status kalibrasi. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: inspeksi, pemisahan alat, kriteria kelayakan, kalibrasi/verifikasi, dan penggantian bila diperlukan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus peralatan gelas, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah

diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.41 Kasus Inventaris Dan Pengadaan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, stok bahan tidak sama dengan basis data; ditemukan beberapa pembelian duplikat sementara bahan lain hampir habis. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: rekonsiliasi fisik, perbaikan transaksi, analisis kebutuhan, persetujuan pengadaan, dan indikator akurasi inventaris.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus inventaris dan pengadaan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah

near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.42 Kasus Sds Dan Label

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, wadah sekunder memiliki nama singkat tetapi tidak ada informasi yang menghubungkannya dengan SDS. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: identifikasi produk, kebijakan pelabelan internal, akses SDS, pelatihan pengguna, dan audit label.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus SDS dan label, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.43 Kasus Pemeliharaan Alat

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, alat sering mengalami downtime tetapi log pemeliharaan tidak lengkap. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status alat, riwayat gangguan, jadwal preventif, kompetensi perbaikan, dan verifikasi sebelum penggunaan kembali.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus pemeliharaan alat, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.44 Kasus Kalibrasi Dan Mutu

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, hasil verifikasi alat berada di luar kriteria tetapi beberapa data sebelumnya sudah dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim

diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: penghentian penggunaan alat, investigasi, penilaian dampak, tindakan korektif, dan dokumentasi keputusan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus kalibrasi dan mutu, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.45 Kasus Penyimpanan Bahan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, beberapa bahan dikelompokkan berdasarkan abjad tanpa memperhatikan kompatibilitas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai

efektivitasnya. Fokus minimum: klasifikasi bahaya, segregasi kompatibilitas, SDS, secondary containment, dan audit penyimpanan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus penyimpanan bahan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.46 Kasus Tata Kelola Dokumen

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, dua versi SOP yang berbeda masih beredar di ruang yang sama. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: pengendalian versi, penarikan dokumen lama, distribusi, pelatihan, dan pencegahan berulang.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus tata kelola dokumen, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang

terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.47 Kasus K3 Dan Budaya Keselamatan

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, near miss sering dibicarakan informal tetapi jarang dilaporkan. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: budaya pelaporan, formulir sederhana, analisis tren, komunikasi hasil, dan tindakan tanpa budaya menyalahkan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus K3 dan budaya keselamatan, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.48 Kasus Keamanan Laboratorium

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, akses ruangan dan bahan tidak dibatasi menurut peran. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: otorisasi, daftar akses, inventaris, pencatatan kejadian, dan tinjauan proporsional terhadap risiko.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus keamanan laboratorium, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah

diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.49 Kasus Larutan Kerja

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, label beberapa larutan tidak memiliki tanggal atau konsentrasi yang jelas. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: status bahan, larangan penggunaan sampai identitas jelas, standar label, rekaman pembuatan, dan audit.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus larutan kerja, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih

tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

O.50 Kasus Peralatan Gelas

Skenario. Pada evaluasi semester di sebuah laboratorium pendidikan, sejumlah alat volumetrik memiliki skala pudar dan tidak ada status kalibrasi. Tidak terjadi cedera, tetapi kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keselamatan, mutu, efisiensi, dan ketertelusuran. Tim diminta menyusun analisis dan rencana perbaikan tanpa menambah birokrasi yang tidak diperlukan.

Pertanyaan analisis. Identifikasi masalah utama dan bukti yang harus dikumpulkan; tentukan risiko; jelaskan dokumen atau rekaman yang perlu diperiksa; usulkan tindakan korektif; dan tetapkan indikator untuk menilai efektivitasnya. Fokus minimum: inspeksi, pemisahan alat, kriteria kelayakan, kalibrasi/verifikasi, dan penggantian bila diperlukan.

Pembahasan model. Langkah pertama adalah memastikan fakta melalui observasi, rekaman, dan wawancara singkat, kemudian membedakan gejala dari penyebab. Pada kasus peralatan gelas, tim tidak cukup hanya memperbaiki item yang terlihat. Sistem harus ditinjau: siapa pemilik proses, prosedur mana yang berlaku, apakah personel memahami kriteria, apakah data dapat ditelusuri, dan apakah kontrol yang ada proporsional terhadap risiko. Temuan yang menyentuh bahan kimia atau keselamatan harus dirujuk pada SDS, SOP, serta personel kompeten.

Rencana perbaikan yang baik mempunyai penanggung jawab, target waktu, bukti penyelesaian, dan verifikasi efektivitas. Contohnya, perubahan formulir harus diikuti pemeriksaan apakah formulir benar-benar digunakan; pelatihan harus diikuti evaluasi pemahaman; perbaikan basis data harus dibandingkan kembali dengan kondisi fisik; dan perubahan penyimpanan harus diaudit setelah diterapkan. Jika masalah berulang, akar penyebab perlu ditinjau kembali karena tindakan sebelumnya mungkin hanya menutup gejala.

Indikator dapat berupa persentase rekaman lengkap, jumlah selisih inventaris, jumlah label tidak sesuai, waktu penyelesaian temuan, downtime alat, atau jumlah near miss yang dianalisis. Nilai indikator harus dibaca bersama konteks. Peningkatan laporan near miss, misalnya, belum tentu berarti laboratorium lebih tidak aman; pada fase awal dapat menunjukkan budaya pelaporan yang membaik. Karena itu keputusan selalu membutuhkan interpretasi profesional, bukan sekadar mengejar angka.

GLOSARIUM

Glosarium berikut mencakup istilah manajemen, keselamatan, mutu, dan teknik dasar laboratorium. Istilah disusun alfabetis dari A sampai Z. Definisi dimaksudkan sebagai pengantar; untuk penggunaan regulatif atau metrologis, pembaca harus merujuk standar dan dokumen resmi yang berlaku.

A

Istilah	Definisi
Akurasi	Kedekatan hasil pengukuran terhadap nilai acuan atau nilai yang diterima.
APD	Alat pelindung diri yang dipilih berdasarkan penilaian bahaya dan digunakan sebagai salah satu lapisan pengendalian.
Audit	Pemeriksaan sistematis terhadap kesesuaian praktik, dokumen, dan persyaratan.
Aset laboratorium	Peralatan, fasilitas, atau sumber daya bernilai yang harus diidentifikasi dan dikelola.
ALARA	Prinsip menjaga paparan serendah yang secara wajar dapat dicapai pada konteks yang relevan.

B

Istilah	Definisi
Bahaya	Sumber atau kondisi yang memiliki potensi menimbulkan kerugian.
Bahan kontrol	Bahan dengan karakteristik diketahui yang digunakan untuk memantau kinerja pengukuran.
Blanko	Sistem pengujian tanpa analit target yang digunakan untuk menilai kontribusi latar belakang.
Buret	Alat volumetrik untuk memberikan volume cairan yang dapat dibaca secara bertahap.
Bias	Selisih sistematis antara hasil rata-rata dan nilai acuan.

C

Istilah	Definisi
CAS Registry Number	Nomor identifikasi yang diberikan Chemical Abstracts Service untuk suatu zat tertentu.
CAPA	Corrective and Preventive Action; pendekatan terstruktur untuk tindakan korektif dan pencegahan.
Checklist	Daftar pemeriksaan untuk memastikan langkah atau kondisi penting tidak terlewat.
Control chart	Grafik hasil kontrol terhadap waktu untuk mendeteksi perubahan proses.
CRM	Certified Reference Material; bahan acuan bersertifikat dengan nilai dan ketidakpastian yang dinyatakan.

D

Istilah	Definisi
Data integrity	Keutuhan, konsistensi, keterlacakan, dan keandalan data sepanjang siklus hidupnya.
Densitas	Massa per satuan volume.
Dokumen terkendali	Dokumen yang versi, persetujuan, distribusi, dan revisinya dikelola.
Downtime	Waktu ketika alat atau fasilitas tidak tersedia untuk digunakan.
Duplo	Pengukuran atau preparasi ganda yang digunakan untuk menilai presisi proses.

E

Istilah	Definisi
Efektivitas	Derajat tercapainya sasaran yang ditetapkan.
Efisiensi	Penggunaan sumber daya secara hemat tanpa mengorbankan sasaran mutu dan keselamatan.
Emergency plan	Rencana tanggap darurat yang menetapkan skenario, peran, komunikasi, dan evakuasi.
Engineering control	Pengendalian rekayasa yang mengurangi bahaya melalui desain fasilitas atau peralatan.
Equipment log	Rekaman penggunaan, pemeriksaan, pemeliharaan, atau kejadian pada alat.

F

Istilah	Definisi
FEFO	First Expired First Out; prioritas penggunaan berdasarkan masa kedaluwarsa yang paling dekat.
FIFO	First In First Out; rotasi stok berdasarkan urutan penerimaan.
First aid	Pertolongan awal oleh personel terlatih sambil mengaktifkan bantuan yang sesuai.
Formulir	Media terstruktur untuk merekam informasi yang ditetapkan.
Fraksi mol	Perbandingan mol suatu komponen terhadap jumlah mol total campuran.

G

Istilah	Definisi
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals.
Gelas ukur	Alat gelas berskala untuk pengukuran volume dengan ketelitian moderat.
Good housekeeping	Praktik menjaga area kerja rapi, bersih, dan bebas hambatan.
Gravimetri	Pendekatan pengukuran berbasis massa.
Green chemistry	Pendekatan desain kimia yang mengurangi penggunaan dan pembentukan bahan berbahaya.

H

Istilah	Definisi
Hazard statement	Pernyataan yang menjelaskan sifat bahaya suatu produk pada GHS.
HIRA	Hazard Identification and Risk Assessment.
Hierarki pengendalian	Urutan prioritas kontrol dari eliminasi hingga APD.
Housekeeping	Pengaturan kebersihan dan kerapian area kerja.
Hygiene plan	Aturan dan praktik untuk mencegah paparan serta kontaminasi di laboratorium.

I

Istilah	Definisi
Identifikasi aset	Pemberian identitas unik pada alat atau fasilitas.
Incident	Kejadian yang menimbulkan atau berpotensi menimbulkan cedera, kerusakan, atau gangguan.
Indikator kinerja	Ukuran yang digunakan untuk memantau pencapaian proses.
Inventory	Daftar terstruktur bahan, alat, atau aset beserta informasi pengelolaannya.
Investigasi akar penyebab	Analisis untuk menemukan faktor sistemik yang menyebabkan kejadian atau ketidaksesuaian.

J

Istilah	Definisi
Jadwal pemeliharaan	Rencana waktu kegiatan pemeriksaan dan perawatan alat.
JSA	Job Safety Analysis; analisis tahapan pekerjaan, bahaya, dan kontrol.
Job description	Uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab suatu peran.
Justifikasi teknis	Alasan berbasis kebutuhan dan data untuk suatu keputusan laboratorium.
Jurnal alat	Rekaman kronologis penggunaan atau kejadian pada peralatan.

K

Istilah	Definisi
Kalibrasi	Operasi yang menetapkan hubungan antara indikasi alat dan nilai acuan.
Kartu stok	Rekaman penerimaan, pengeluaran, dan saldo bahan.
K3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
Ketertelusuran	Kemampuan menelusuri riwayat, penggunaan, lokasi, atau hubungan suatu objek/data.
Kompatibilitas kimia	Kesesuaian bahan untuk disimpan atau dikelola berdekatan tanpa meningkatkan risiko reaksi berbahaya.

L

Istilah	Definisi
Label	Informasi identitas dan komunikasi bahaya yang melekat pada wadah atau kemasan.

Istilah	Definisi
Laboran	Personel yang mendukung operasional, pemeliharaan, dan administrasi laboratorium sesuai kewenangan.
Labu ukur	Alat volumetrik untuk menetapkan satu volume larutan tertentu.
Limit control	Batas yang digunakan untuk menilai pola atau hasil pada sistem pemantauan.
Logbook	Buku atau sistem elektronik untuk rekaman kronologis kegiatan.

M

Istilah	Definisi
Manajemen laboratorium	Pengelolaan terencana terhadap sumber daya, proses, keselamatan, mutu, dan layanan laboratorium.
Matriks risiko	Alat pengelompokan risiko berdasarkan kemungkinan dan konsekuensi.
Meniskus	Permukaan melengkung cairan dalam wadah sempit yang digunakan sebagai acuan pembacaan volume.
Molalitas	Mol zat terlarut per kilogram pelarut.
Molaritas	Mol zat terlarut per liter larutan.

N

Istilah	Definisi
Near miss	Kejadian yang tidak menimbulkan dampak tetapi berpotensi menimbulkannya.
Neraca analitik	Neraca beresolusi tinggi untuk pengukuran massa dengan kendali lingkungan yang baik.
Normalitas	Konsentrasi berbasis ekuivalen per liter dan bergantung pada konteks reaksi.
Nomor inventaris	Kode unik untuk mengidentifikasi aset.
Nonconformity	Ketidaksesuaian terhadap persyaratan atau prosedur yang ditetapkan.

O

Istilah	Definisi
OOS	Out of Specification; hasil di luar spesifikasi atau kriteria yang ditetapkan.
Otorisasi	Pemberian hak kepada personel untuk melakukan aktivitas tertentu.
Observasi keselamatan	Pengamatan sistematis terhadap kondisi dan perilaku kerja untuk perbaikan.
Organisasi laboratorium	Struktur peran dan hubungan kerja dalam pengelolaan laboratorium.
Outlier	Nilai yang berbeda jauh dari pola data lain dan perlu dievaluasi secara ilmiah, bukan dihapus otomatis.

P

Istilah	Definisi
pH meter	Instrumen untuk pengukuran pH menggunakan sistem elektroda yang sesuai.
Pictogram	Simbol grafis pada GHS untuk mengomunikasikan kelas bahaya.
Pipet volumetrik	Alat untuk memindahkan volume tertentu dengan toleransi terdefinisi.
ppm	Parts per million; satuan rasio yang harus dinyatakan basisnya.
Precautionary statement	Pernyataan tindakan pencegahan, respons, penyimpanan, atau pembuangan pada GHS.

Q

Istilah	Definisi
QA	Quality Assurance; sistem luas yang memberikan keyakinan bahwa mutu dicapai secara konsisten.
QC	Quality Control; pemeriksaan operasional untuk memantau mutu hasil.
Quality manual	Dokumen tingkat sistem yang menjelaskan kerangka pengelolaan mutu bila digunakan organisasi.
Quantitation	Proses penetapan jumlah atau kadar analit secara kuantitatif.
Quick check	Pemeriksaan singkat yang ditetapkan untuk memastikan kondisi dasar sebelum penggunaan alat.

R

Istilah	Definisi
Reagen	Bahan yang digunakan untuk menimbulkan atau mendukung reaksi/analisis.
Rekaman	Bukti hasil atau pelaksanaan suatu kegiatan.
Risk register	Daftar terstruktur risiko, kontrol, pemilik, dan status tindak lanjut.
RSD	Relative Standard Deviation; simpangan baku relatif sebagai ukuran presisi.
Root cause	Penyebab mendasar atau sistemik yang memungkinkan masalah terjadi.

S

Istilah	Definisi
Safety	Keadaan dan sistem pengendalian untuk mencegah cedera, paparan, dan kerugian.
SDS	Safety Data Sheet dengan struktur informasi keselamatan bahan yang terstandar.
Security	Pengendalian untuk mencegah akses, kehilangan, atau penyalahgunaan yang tidak sah.
Signal word	Kata sinyal GHS yang menunjukkan tingkat relatif keparahan bahaya.
SOP	Standard Operating Procedure; prosedur terdokumentasi untuk melakukan proses secara konsisten.

T

Istilah	Definisi
Tanggap darurat	Respons terencana terhadap keadaan yang mengancam keselamatan, lingkungan, atau aset.
Traceability	Ketertelusuran suatu hasil, standar, bahan, alat, atau rekaman.
Tindakan korektif	Tindakan untuk menghilangkan penyebab ketidaksesuaian agar tidak berulang.
Toleransi	Batas variasi yang diizinkan menurut spesifikasi atau persyaratan.
Training record	Rekaman pelatihan dan kompetensi personel.

U

Istilah	Definisi
Uncertainty	Ketidakpastian pengukuran yang mengkuantifikasi keraguan pada nilai hasil.
Unsafe act	Tindakan yang meningkatkan kemungkinan kejadian tidak diinginkan.
Unsafe condition	Kondisi fisik atau sistem yang meningkatkan risiko.
Uji profisiensi	Perbandingan kinerja laboratorium menggunakan skema yang terorganisasi.
Utilitas laboratorium	Layanan pendukung seperti listrik, air, gas, ventilasi, atau jaringan.

V

Istilah	Definisi
Validasi	Konfirmasi dengan bukti objektif bahwa persyaratan untuk penggunaan tertentu telah dipenuhi.
Verifikasi	Konfirmasi bahwa persyaratan tertentu telah dipenuhi.
Ventilasi	Sistem pengendalian udara untuk menjaga kondisi lingkungan dan mengurangi paparan.
Volume nominal	Volume yang tercantum sebagai kapasitas atau nilai rujukan alat volumetrik.
Vendor evaluation	Penilaian pemasok berdasarkan kriteria mutu, layanan, dan kesesuaian kebutuhan.

W

Istilah	Definisi
Waste	Limbah yang harus diidentifikasi, dipisahkan, diberi label, dan dikelola melalui sistem berwenang.
Warning	Kata sinyal GHS untuk kategori bahaya yang umumnya lebih rendah daripada Danger pada kelas yang relevan.
Water quality	Mutu air yang ditetapkan sesuai tujuan analisis atau preparasi.
Work instruction	Petunjuk kerja yang menjelaskan detail pelaksanaan tugas tertentu.
Workflow	Urutan aktivitas dan aliran informasi dalam suatu proses.

X

Istilah	Definisi
X-bar chart	Grafik kendali yang memantau perubahan nilai rata-rata proses.
XRF	X-ray fluorescence; teknik instrumental yang memerlukan pengendalian kompetensi, keselamatan, dan mutu sesuai fasilitas.
XRD	X-ray diffraction; teknik karakterisasi yang memerlukan prosedur dan proteksi sesuai ketentuan fasilitas.
XML	Format data terstruktur yang dapat digunakan dalam integrasi sistem digital laboratorium.
Xylene	Pelarut organik yang pengelolaannya harus mengikuti klasifikasi, SDS, dan ketentuan penyimpanan institusi.

Y

Istilah	Definisi
Yield	Perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis atau target, dinyatakan sesuai konteks.
Youden plot	Grafik untuk membantu membandingkan hasil dua sampel pada studi antarlaboratorium.
Yearly review	Tinjauan tahunan terhadap program, kinerja, atau dokumen yang jadwalnya ditetapkan organisasi.
Yellow tag	Istilah lokal yang kadang digunakan untuk status peringatan alat; maknanya harus didefinisikan dalam sistem laboratorium.
Y-connector	Sambungan berbentuk Y yang harus digunakan hanya pada sistem yang dirancang dan disetujui sesuai spesifikasi.

Z

Istilah	Definisi
Zero check	Pemeriksaan indikasi nol sebelum atau selama penggunaan alat bila relevan.
Zero drift	Perubahan titik nol instrumen dari waktu ke waktu.
Z-score	Ukuran statistik yang sering digunakan pada uji profisiensi untuk membandingkan hasil dengan nilai rujukan.
Zone storage	Pembagian area penyimpanan berdasarkan fungsi, risiko, atau kompatibilitas.
Zeta potential	Parameter elektrokimia permukaan partikel dalam dispersi yang dapat diukur dengan instrumen khusus.

DAFTAR PUSTAKA

1. American Chemical Society, Joint Board–Council Committee on Chemical Safety. (2017). *Safety in Academic Chemistry Laboratories* (8th ed.): Best Practices for First- and Second-Year University Students. Washington, DC: American Chemical Society.
2. Hill, R. H., Jr., & Finster, D. C. (2010). *Laboratory Safety for Chemistry Students*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
3. International Organization for Standardization. (2017). *ISO/IEC 17025:2017 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories*. Geneva: ISO.
4. Moran, L., & Masciangioli, T. (Eds.). (2010). *Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia: Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dengan Bijak*. Washington, DC: The National Academies Press.
5. National Research Council. (2011). *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards, Updated Version*. Washington, DC: The National Academies Press.
6. Occupational Safety and Health Administration. (2011). *Laboratory Safety Guidance*. Washington, DC: U.S. Department of Labor.
7. United Nations. (2019). *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)* (8th rev. ed.). New York and Geneva: United Nations.
8. Universitas Negeri Semarang, Program Studi Kimia FMIPA. (2026). *Rencana Pembelajaran Semester Manajemen Laboratorium 2026/2027*. Dokumen RPS internal.
9. Universitas Negeri Semarang, Program Studi Kimia FMIPA. (2024). *Rencana Pembelajaran Semester Manajemen Laboratorium, revisi 09*. Dokumen RPS internal.
10. Bahan Ajar Manajemen Laboratorium. (tanpa tahun). Dokumen pelatihan/pengajaran yang digunakan sebagai bahan pendukung penyusunan buku.

Catatan: selain referensi di atas, pembaca harus menggunakan versi terbaru SDS, petunjuk pabrikan, standar, serta kebijakan keselamatan dan mutu yang berlaku pada institusi masing-masing.

- KASMUI -
Dosen Kimia, Komputasi, IT, AI UNNES

<https://hisabmu.com/>
<https://kasmui.cloud/>

Ketua PCM Gunungpati 2	Anggota Majelis Tabligh PDM Kota Semarang & PWM Jawa Tengah	Tim Pengembang Software KHGT MTT PP Muhammadiyah	Praktisi Ilmu Falak
---------------------------	---	--	------------------------

KASMUI