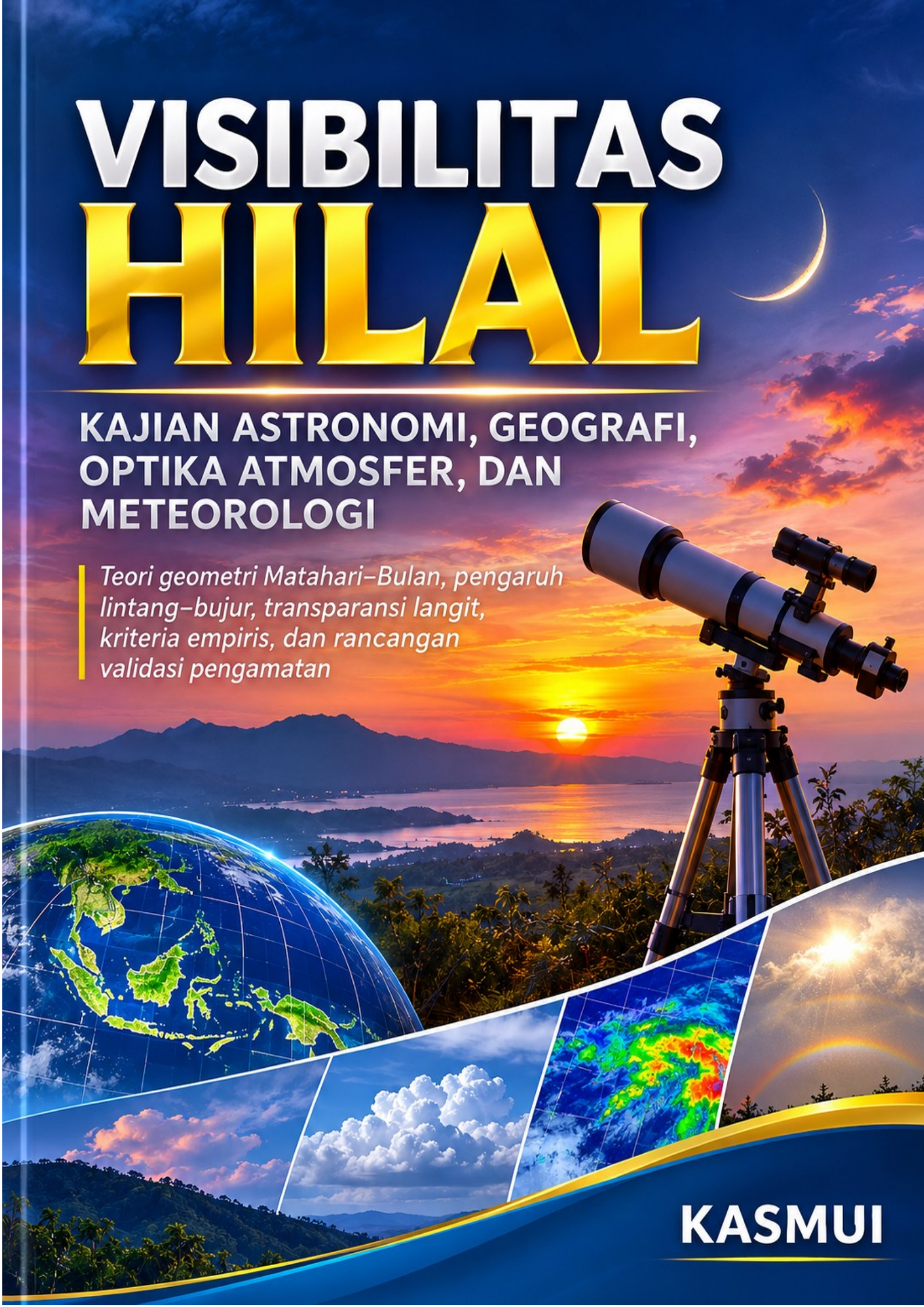
VISIBILITAS HILAL

KAJIAN ASTRONOMI, GEOGRAFI, OPTIKA ATMOSFER, DAN METEOROLOGI

Teori geometri Matahari–Bulan, pengaruh lintang–bujur, transparansi langit, kriteria empiris, dan rancangan validasi pengamatan



KASMUI

VISIBILITAS HILAL

KAJIAN ASTRONOMI, GEOGRAFI, OPTIKA ATMOSFER, DAN METEOROLOGI

Teori geometri Matahari–Bulan, pengaruh lintang–bujur,
transparansi langit, kriteria empiris, dan rancangan validasi pengamatan

MONOGRAF ILMIAH MANDIRI
November 2026

KATA PENGANTAR

Visibilitas hilal adalah persoalan ilmiah yang berada pada pertemuan astronomi posisi, mekanika langit, optika atmosfer, meteorologi, geografi pengamatan, fisiologi penglihatan, dan statistika. Kemunculan sabit Bulan setelah konjungsi dapat dihitung dari gerak benda langit, namun keberhasilan melihat sabit yang sangat tipis pada langit senja tidak dapat ditentukan hanya dari satu angka astronomis. Sejak masa awal astronomi hingga penelitian empiris modern, ketegangan antara kepastian geometri dan ketidakpastian pengamatan menjadikan tema ini penting dikaji secara lintas disiplin.

Buku ini disusun untuk memberi landasan teori yang dapat ditelusuri dan dipakai secara mandiri oleh mahasiswa, dosen, peneliti astronomi, petugas observatorium, pengamat hilal, dan pembaca ilmiah. Fokus utamanya ialah menguji seberapa erat kaitan posisi lintang–bujur dengan peluang pengamatan hilal; menjelaskan peran awan, kelembapan relatif, suhu, aerosol, tekanan, dan refraksi; serta menilai apa yang dapat dan tidak dapat disimpulkan dari peta prediksi maupun data cuaca.

Uraian dimulai dari definisi astronomis, sistem koordinat dan waktu, kemudian beralih ke dampak lintang dan bujur, pembentukan kontras cahaya, struktur atmosfer, serta lingkungan pengamatan. Bagian selanjutnya menelaah kriteria Bruin, Schaefer, Yallop dan Odeh, sumber data seperti ERA5 dan NASA POWER, rancangan penelitian komparatif, serta pengendalian bias. Contoh numerik disajikan sebagai ilustrasi teori dengan asumsi yang dinyatakan eksplisit; tidak ada contoh sintetik yang diperlakukan sebagai laporan hilal teramati.

Penyusunan bertumpu pada artikel jurnal bereputasi dan bahan rujukan institusional yang dapat diperiksa melalui DOI atau laman pengelola resmi. Keberagaman hasil kajian tidak disederhanakan menjadi sebuah ambang yang diklaim universal. Model empiris selalu dibaca sesuai definisi, pelatihan data, teknik pengamatan, rentang wilayah, dan keterbatasan ketidakpastiannya. Aturan penetapan kalender, apabila dibahas, ditempatkan sebagai ranah penerapan yang berbeda dari kesimpulan sains mengenai kemampuan deteksi visual.

Buku ini bukan pengganti efemeris observatorium, pengukuran meteorologi resmi, atau verifikasi kesaksian lapangan. Perhitungan atmosfer sederhana dalam buku berfungsi pedagogis dan perlu dikalibrasi sebelum digunakan sebagai prediktor operasional. Penulis naskah berharap pembaca akan memeriksa referensi primer, mengarsipkan data negatif maupun positif, serta menyampaikan hasil secara jujur dan dapat direplikasi. Terima kasih kepada para peneliti dan lembaga ilmiah yang menyediakan publikasi, data, serta dokumentasi terbuka yang memungkinkan kajian lintas bidang ini tersusun.

Semoga monograf ini membantu pengembangan kajian hilal yang lebih presisi, terukur, dan terbuka bagi pembuktian serta koreksi akademik.

Semarang, November 2026

Penulis,



Kasmui

PETUNJUK PEMBACA DAN STRUKTUR DELAPAN BAB

Edisi monograf ini menyajikan delapan bab substantif, disusun dengan hierarki bab, subbab, dan sub-subbab yang konsisten. Landasan astronomi serta geografi ditempatkan sebelum analisis optika atmosfer, kriteria prediksi, metodologi lapangan, telaah laporan ICOP, atlas lokasi Indonesia dan dunia, serta audit reproduksibilitas. Semua kajian terdahulu, studi kasus, profil lokasi, protokol, lampiran, gambar, tabel, dan sumber rujukan dipertahankan.

Bab 1–4: fondasi astronomi dan geografi; optika atmosfer serta meteorologi; kriteria empiris dan sumber data; desain penelitian, protokol pengamatan, dan latihan.

Bab 5–8: 17 kasus dari arsip ICOP; atlas 34 lokasi Indonesia; atlas 47 lokasi antarbenua; 21 prosedur audit komputasi, sintesis ilmiah, dan agenda penelitian. Lampiran dan daftar pustaka mengikuti bab terakhir.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR 3
PETUNJUK PEMBACA DAN STRUKTUR DELAPAN BAB 4
DAFTAR ISI 5
BAB 1 LANDASAN ASTRONOMI, GEOMETRI, DAN GEOGRAFI HILAL 14
1.1 Epistemologi, pertanyaan penelitian, dan ruang lingkup 14
1.1.1 Masalah ilmiah: geometri yang dapat dihitung, observasi yang bersyarat 14
1.1.2 Pertanyaan penelitian, hipotesis, dan definisi keterlihatan 14
1.1.3 Kerangka sebab-akibat dan faktor perancu 15
1.1.4 Cakupan, batasan, dan pembaca sasaran 15
1.2 Astronomi dasar dan geometri pengamatan 15
1.2.1 Ijtimak, elongasi, iluminasi, dan umur Bulan 15
1.2.2 Sistem koordinat ekuatorial, ekliptika, dan horizontal 16
1.2.3 Toposentris, geosentris, dan paralaks 16
1.2.4 Jendela waktu antara Matahari dan Bulan terbenam 16
1.2.5 Parameter geometri hilal modern 16
1.2.6 Efemeris numerik dan ketidakpastian penentuan posisi 17
1.3 Pengaruh lintang dan bujur terhadap geometri hilal 17
1.3.1 Pertanyaan penelitian, pengertian, dan derajat hubungan 17
1.3.2 Lintang dan transformasi posisi benda langit 17
1.3.3 Bujur, rotasi Bumi, waktu Magrib, dan umur Bulan 18
1.3.4 Geometri pada Magrib: ARCL, ARCV, DAZ, W, dan lag time 18
1.3.5 Lintang, musim, kemiringan ekliptika, dan azimut hilal 19
1.3.6 Toposentris, elevasi pengamat, dan horizon nyata 19
1.3.7 Apa yang dapat dan tidak dapat disimpulkan dari peta lintang–bujur 19
1.3.8 Contoh eksperimen terkontrol untuk menguji hubungan geografis 19
1.3.9 Kesimpulan khusus hubungan geografis 20
1.3.10 Keterkaitan lintang dengan deklinasi, musim dan kemiringan ekliptika 20
1.3.11 Bujur sebagai prediktor waktu, bukan jaminan terlihat 20
1.3.12 Analisis komparatif terkontrol lintang–bujur 21
1.4 Lintang, bujur, musim, dan struktur kausal 21
1.4.1 Koordinat bukan variabel penjelas tunggal 21
1.4.2 Efek bujur dan umur Bulan sebagai mediator 21

1.4.3 Perbandingan lintang terkendali 22
1.4.4 Perbandingan bujur terkendali 22
1.4.5 Horizon nyata dan elevasi sebagai pengubah lokal 23
1.4.6 Efek spasial dan autocorrelation 23
1.5 Sintesis pengaruh koordinat dan meteorologi 24
1.5.1 Jawaban mengenai keeratan lintang terhadap visibilitas 24
1.5.2 Jawaban mengenai keeratan bujur terhadap visibilitas 24
1.5.3 Parameter atmosfer yang berpengaruh paling langsung 25
BAB 2 OPTIKA ATMOSFER, METEOROLOGI, DAN LINGKUNGAN PENGAMATAN 26
2.1 Radiometri, ekstingsi, dan kontras cahaya 26
2.1.1 Dasar radiometri: cahaya hilal harus mengalahkan terang latar 26
2.1.2 Ekstingsi atmosfer dan massa udara di dekat ufuk 26
2.1.3 Tutupan awan total, rendah, menengah, dan tinggi 26
2.1.4 Kelembapan relatif, aerosol higroskopis, dan kabut 27
2.1.5 Suhu udara, titik embun, dan pembentukan embun atau kabut 27
2.1.6 Tekanan, angin, hujan, dan turbulensi 27
2.1.7 Topografi, horizon barat, dan polusi lokal 27
2.1.8 Hukum Beer–Lambert dan transmisi cahaya sabit 28
2.1.9 Kontras objek-terhadap-latar dan keterbatasan detektor 28
2.1.10 Ketidakpastian refraksi pada horizon 29
2.2 Parameter meteorologi dan geografi fisik 29
2.2.1 Definisi dan prioritas parameter meteorologi 29
2.2.2 Contoh perhitungan teoretis, bukan prakiraan cuaca 29
2.2.3 Sumber data ERA5, NASA POWER, citra satelit, dan laporan lokal 30
2.2.4 Kerangka gabungan geometri–atmosfer–observasi 30
2.2.5 Prediksi empiris, ambang geometris, dan fakta pengamatan 30
2.2.6 Rancangan validasi ilmiah dan kontrol bias 30
2.2.7 Kesimpulan khusus kondisi atmosfer dan geografis 31
2.2.8 Tutupan awan, jenis awan, dan opasitas lokal 31
2.2.9 Aerosol, kabut asap, dan kelembapan sebagai faktor yang saling berinteraksi 31
2.2.10 Suhu, titik embun dan lapisan batas atmosfer 32
2.3 Awan, aerosol, dan optika atmosfer lanjut 33
2.3.1 Dua intensitas yang harus dimodelkan 33

2.3.2 Tutupan awan total bukan tutupan sektor hilal 33
2.3.3 Lapisan awan rendah, menengah, tinggi 34
2.3.4 RH, partikel higroskopis dan kabut 34
2.3.5 Suhu, tekanan dan bias refraksi 34
2.3.6 Interaksi aerosol, massa udara dan panjang gelombang 35
2.4 Atmosfer Indonesia dan variasi regional 36
2.4.1 Tiga pola hujan dan implikasi rancangan sampling 36
2.4.2 Ufuk maritim, aerosol garam, dan konveksi sore 36
2.4.3 Asap, pencemaran, dan titik lemah pengamatan senja 36
2.4.4 Jawa, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua 37
BAB 3 KRITERIA VISIBILITAS, SUMBER DATA, DAN PENILAIAN BUKTI 38
3.1 Model teoretis dan empiris keterlihatan hilal 38
3.1.1 Sejarah pendekatan geometris dan fisik 38
3.1.2 Metode Yallop dan pengertian waktu terbaik pengamatan 38
3.1.3 Kriteria Odeh dan observasi dengan/tanpa alat 38
3.1.4 Model Schaefer: optika atmosfer dan fisiologi 39
3.1.5 Evaluasi model modern dan perkembangan penelitian 2024 39
3.1.6 Tiga keluaran berbeda: geometri, prediksi, dan hasil nyata 39
3.2 Data astronomi dan meteorologi lintas wilayah 40
3.2.1 ERA5 sebagai reanalisis, bukan foto langit 40
3.2.2 NASA POWER dan kesesuaian parameter 40
3.2.3 AERONET dan indikator aerosol 40
3.2.4 Pemeriksaan satuan, waktu dan tata letak geografis 41
3.2.5 Arah barat dan pengamatan spasial yang relevan 41
3.3 Pembacaan kritis data hilal global 42
3.3.1 Tiga lapisan yang tidak boleh dicampur 42
3.3.2 ICOP sebagai arsip laporan berjenjang 42
3.3.3 MoonCalc dan timeanddate: kalkulator posisi, bukan saksi 43
3.3.4 BMKG, pengamatan Indonesia dan sumber meteorologi 43
3.3.5 Hirarki bukti dan pengendalian salah klasifikasi 43
3.4 Perangkat data, metadata, dan batas penggunaan 44
3.4.1 Matriks sumber dan batas penggunaannya 44
3.4.2 Contoh metadata yang harus disimpan 44

BAB 4 METODOLOGI RISET, PROTOKOL OBSERVASI, DAN LATIHAN ANALISIS 46
4.1 Rancangan penelitian dan analisis statistik 46
4.1.1 Unit sampel, desain multisitus, dan keseimbangan waktu 46
4.1.2 Membedakan pengamatan negatif, gagal dan hilang 46
4.1.3 Model dasar, model atmosfer dan model lengkap 46
4.1.4 Metrik klasifikasi dan kalibrasi 47
4.1.5 Validasi terpisah berdasarkan waktu dan lokasi 47
4.1.6 Analisis kausal, korelasi, dan keterbatasan inferensi 47
4.2 Protokol observasi dan pengendalian mutu 48
4.2.1 Persiapan lokasi dan peta horizon 48
4.2.2 Rekam cuaca dan keadaan langit sektoral 48
4.2.3 Observasi mata, teleskop, dan citra digital 48
4.2.4 Pemeriksaan silang dan audit bukti pengamatan 48
4.2.5 Tata kelola data dan keterulangan 49
4.3 Studi ilustratif dan latihan perhitungan 49
4.3.1 Beda bujur dan selisih waktu Matahari lokal 49
4.3.2 Air mass dan transmisi ilustratif 50
4.3.3 Perbandingan tutupan awan dan arah hilal 50
4.3.4 Ilustrasi interpretasi T − Td 50
4.3.5 Ilustrasi bias sampel geografis 51
4.3.6 Menerjemahkan skor model menjadi komunikasi risiko 51
4.4 Rancangan atlas ilmiah multisitus 51
4.4.1 Strategi penetapan unit penelitian 51
4.4.2 Penentuan peta horizon dan perubahan keadaan langit 52
BAB 5 STUDI KASUS PENGAMATAN HILAL BERDASARKAN ARSIP ICOP 53
5.1 Ruang lingkup, sumber, dan indeks kasus ICOP 53
5.1.1 Indeks analisis 53
5.2 Laporan Indonesia dan Asia tahun 2024 53
5.2.1 Surakarta, 8 Mei 2024; hilal Zulkaidah 1445 H 53
5.2.2 Shahreza, Iran, 8 Mei 2024 54
5.2.3 Surakarta, 7 Juni 2024; Zulhijah 1445 H 55
5.3 Observasi awal 2025 dan pembanding internasional 56
5.3.1 Surakarta, 1 Januari 2025; Rajab 1446 H 56

5.3.2 Perth, 28 Februari 2025; Ramadan 1446 H 57
5.3.3 Medan, 1 Maret 2025; Ramadan 1446 H 58
5.3.4 Surakarta, 1 Maret 2025; Ramadan 1446 H 59
5.3.5 Dhaka, 1 Maret 2025; Ramadan 1446 H 60
5.3.6 München, Februari 2025; dokumentasi Bulan siang 61
5.4 Analisis tambahan kawasan Afrika dan Timur Tengah 62
5.4.1 Maroko, Mei 2024; Zulkaidah 1445 H 62
5.4.2 Abha, Arab Saudi, Mei 2024 63
5.5 Rangkaian observasi 2025–2026 64
5.5.1 Medan dan Surakarta, 30 Maret 2025; Syawal 1446 H 64
5.5.2 New Delhi, 30 Maret 2025; Syawal 1446 H 65
5.5.3 Surakarta, 23 September 2025; Rabiulakhir 1447 H 66
5.5.4 Ngawi, 15 Juli 2026; Safar 1448 H 67
5.5.5 Bolton, 11 September 2026; hilal 1448 H 68
5.5.6 Ponorogo dan Surakarta, April 2026; Zulkaidah 1447 H 69
BAB 6 ATLAS HIPOTESIS LOKASI PENGAMATAN DI INDONESIA 70
6.1 Kerangka atlas dan prinsip pemilihan lokasi 70
6.1.1 Kerangka stratifikasi pengamatan di kepulauan Indonesia 70
6.1.2 Pengendalian pembeda geografis dan musim 70
6.1.3 Kesetaraan bukti lapangan dan etika statistik 70
6.1.4 Indeks analisis 71
6.2 Sumatra: kawasan pesisir dan kepulauan barat 71
6.2.1 Sabang, Aceh 71
6.2.2 Banda Aceh 72
6.2.3 Medan, Sumatra Utara 73
6.2.4 Pekanbaru, Riau 74
6.2.5 Padang, Sumatra Barat 75
6.2.6 Bengkulu 75
6.2.7 Palembang, Sumatra Selatan 76
6.2.8 Bandar Lampung 77
6.3 Jawa dan Bali: urbanisasi serta variasi horizon 78
6.3.1 Jakarta 78
6.3.2 Serang / Anyer, Banten 79
6.3.3 Bandung, Jawa Barat 80

6.3.4 Cirebon, Jawa Barat 81
6.3.5 Semarang, Jawa Tengah 82
6.3.6 Surakarta / Sukoharjo 83
6.3.7 Yogyakarta / Bantul 84
6.3.8 Surabaya, Jawa Timur 85
6.3.9 Malang, Jawa Timur 86
6.3.10 Ngawi, Jawa Timur 87
6.3.11 Denpasar, Bali 88
6.4 Nusa Tenggara dan Kalimantan: monsun serta atmosfer maritim 89
6.4.1 Mataram, Nusa Tenggara Barat 89
6.4.2 Kupang, Nusa Tenggara Timur 90
6.4.3 Pontianak, Kalimantan Barat 91
6.4.4 Palangka Raya, Kalimantan Tengah 92
6.4.5 Banjarmasin, Kalimantan Selatan 93
6.4.6 Balikpapan, Kalimantan Timur 94
6.5 Sulawesi, Maluku, dan Papua: keragaman Indonesia timur 95
6.5.1 Makassar, Sulawesi Selatan 95
6.5.2 Palu, Sulawesi Tengah 96
6.5.3 Manado, Sulawesi Utara 97
6.5.4 Ambon, Maluku 98
6.5.5 Ternate, Maluku Utara 99
6.5.6 Sorong, Papua Barat Daya 100
6.5.7 Manokwari, Papua Barat 101
6.5.8 Jayapura, Papua 102
6.5.9 Merauke, Papua Selatan 103
BAB 7 ATLAS KOMPARATIF LOKASI PENGAMATAN ANTARBENUA 104
7.1 Kerangka komparasi lokasi antar-benua 104
7.1.1 Variasi lintang global dan kebalikannya menurut musim 104
7.1.2 Bujur, batas tanggal, dan ketidaksamaan keadaan atmosfer 104
7.1.3 Kovariat iklim dan hierarki keandalan sumber 104
7.1.4 Indeks analisis 105
7.2 Asia Tenggara dan Asia Selatan 105
7.2.1 Kuala Lumpur, Malaysia 105
7.2.2 Port Dickson, Malaysia 106

7.2.3 Singapura 107
7.2.4 Bangkok, Thailand 108
7.2.5 Dhaka, Bangladesh 109
7.2.6 New Delhi, India 110
7.2.7 Karachi, Pakistan 111
7.2.8 Mumbai, India 112
7.3 Asia Barat dan Afrika Utara 113
7.3.1 Muscat, Oman 113
7.3.2 Dubai, UEA 114
7.3.3 Abha, Arab Saudi 115
7.3.4 Riyadh, Arab Saudi 116
7.3.5 Amman, Yordania 117
7.3.6 Cairo, Mesir 118
7.4 Afrika bagian tengah, barat, dan Maghrib 119
7.4.1 Khartoum, Sudan 119
7.4.2 Accra, Ghana 120
7.4.3 Dakar, Senegal 121
7.4.4 Benslimane, Maroko 122
7.4.5 Tanger, Maroko 123
7.5 Eropa: iklim sedang dan lintang tinggi 124
7.5.1 Madrid, Spanyol 124
7.5.2 London, Inggris 125
7.5.3 Bolton, Inggris 126
7.5.4 Munich, Jerman 127
7.5.5 Viernheim, Jerman 128
7.6 Australia, Selandia Baru, dan kawasan pembanding Afrika 129
7.6.1 Perth, Australia Barat 129
7.6.2 Adelaide, Australia 130
7.6.3 Sydney, Australia 131
7.6.4 Auckland, Selandia Baru 132
7.6.5 Cape Town, Afrika Selatan 133
7.6.6 Nairobi, Kenya 134
7.6.7 Mombasa, Kenya 135
7.7 Amerika Selatan, Amerika Utara, dan Kanada 136

7.7.1 Recife, Brasil 136
7.7.2 São Paulo, Brasil 137
7.7.3 Buenos Aires, Argentina 138
7.7.4 Lima, Peru 139
7.7.5 Santiago, Chile 140
7.7.6 Los Angeles, AS 141
7.7.7 Phoenix, AS 142
7.7.8 New York, AS 143
7.7.9 Toronto, Kanada 144
7.7.10 Vancouver, Kanada 145
7.7.11 Anchorage, Alaska 146
7.8 Lokasi lintang ekstrem serta kepulauan Pasifik 147
7.8.1 Reykjavík, Islandia 147
7.8.2 Honolulu, Hawaii 148
7.8.3 Manila, Filipina 149
7.8.4 Suva, Fiji 150
7.8.5 Apia, Samoa 151
BAB 8 AUDIT KOMPUTASI, REPRODUKSIBILITAS, DAN SINTESIS ILMIAH .. 152
8.1 Kerangka audit dan indeks protokol 152
8.1.1 Indeks analisis 152
8.2 Harmonisasi waktu, koordinat, horizon, dan geometri 152
8.2.1 Penyamaan timestamp antarnegara 152
8.2.2 Memisahkan geosentris dan toposentris 153
8.2.3 Sunset, moonset, dan ambang horizon 154
8.2.4 Kedekatan ekliptika dengan horizon 155
8.3 Audit cuaca, aerosol, dan karakter optik atmosfer 156
8.3.1 Matriks risiko awan sektoral 156
8.3.2 Kelembapan dan aerosol terpisah 157
8.3.3 Sensitivitas suhu dan titik embun 158
8.3.4 Aerosol optik spektral dan filter 159
8.4 Klasifikasi bukti dan keterbandingan data observasi 160
8.4.1 Observasi negatif sah versus tertutup awan 160
8.4.2 Pemrosesan laporan naratif multibahasa 161
8.4.3 Resolusi grid ERA5 terhadap pengamatan titik 162

8.4.4 Rekonsiliasi alat meteorologi 163
8.5 Analisis statistik, validasi, dan ketidakpastian 164
8.5.1 Confounding musim dan koordinat 164
8.5.2 Validasi antar-lunasi 165
8.5.3 Validasi lintas wilayah 166
8.5.4 Metrik evaluasi probabilitas 167
8.5.5 Ketidakpastian nilai ambang 168
8.6 Transparansi, komunikasi publik, dan audit buta 169
8.6.1 Pengelolaan laporan positif palsu 169
8.6.2 Praregistrasi dan transparansi 170
8.6.3 Aturan komunikasi hasil kepada publik 171
8.6.4 Audit model dengan observasi buta 172
8.7 Kesimpulan pokok dan rekomendasi penelitian 172
8.7.1 Kesimpulan geometri 172
8.7.2 Kesimpulan atmosfer 173
8.7.3 Kekuatan dan batas literatur ilmiah 173
8.7.4 Rekomendasi bagi studi lanjutan 173
8.8 Sintesis akhir dan agenda penelitian 173
8.8.1 Jawaban atas pertanyaan lintang dan bujur 173
8.8.2 Jawaban atas pertanyaan awan, RH, suhu dan aerosol 174
8.8.3 Agenda riset 2027–2031 174
8.8.4 Integritas ilmiah dan batas kesimpulan 174
LAMPIRAN A — LATIHAN DAN PEMBAHASAN TERARAH 176
A.1 Soal pengembangan riset 178
LAMPIRAN B — GLOSARIUM ISTILAH 179
DAFTAR PUSTAKA — RUJUKAN ILMIAH DAN SUMBER DATA 181
DAFTAR RUJUKAN TAMBAHAN DAN SUMBER KASUS AKTUAL 183

BAB 1 LANDASAN ASTRONOMI, GEOMETRI, DAN GEOGRAFI HILAL

1.1 Epistemologi, pertanyaan penelitian, dan ruang lingkup

1.1.1 Masalah ilmiah: geometri yang dapat dihitung, observasi yang bersyarat

Keadaan sabit Bulan muda dibentuk oleh konfigurasi tiga benda: Matahari sebagai sumber cahaya, Bulan sebagai pemantul, dan Bumi sebagai tempat pengamat. Efemeris menghitung posisi dan peristiwa geometris dengan presisi tinggi. Akan tetapi, pengamatan menggunakan mata manusia atau instrumen harus menembus atmosfer yang sifatnya berubah dari menit ke menit. Karena itu dua lokasi dengan geometri mirip belum tentu memberikan hasil rukyat identik. Perbedaan ini merupakan premis dasar penelitian hilal (Schaefer, 1988; Doggett dan Schaefer, 1994).

Kata 'terlihat' dapat mengacu pada setidaknya empat keadaan yang perlu ditulis secara terpisah: hilal berada di atas horizon astronomis; hilal memenuhi suatu kriteria model; hilal secara teoritis mampu dibedakan dari latar senja; dan hilal benar-benar dilaporkan serta diverifikasi oleh pengamat. Hubungan antar-keadaan tersebut tidak satu banding satu. Keberadaan di atas ufuk bersifat perlu untuk pengamatan langsung sesudah Magrib, tetapi jauh dari cukup untuk keberhasilan deteksi.

Kajian ini memusatkan perhatian pada prediksi keterlihatan dengan informasi geografi dan meteorologi, bukan pada pembenaran suatu kebijakan kalender tertentu. Setiap hasil disebut menurut derajat pembuktiannya: identitas matematis, rekonstruksi fisika, prediksi empiris, atau observasi langsung. Pemisahan tersebut mencegah angka batas astronomis ditafsirkan sebagai kepastian bahwa hilal sudah disaksikan.

1.1.2 Pertanyaan penelitian, hipotesis, dan definisi keterlihatan

Pertanyaan pertama adalah bagaimana lintang, bujur, elevasi, dan arah horizon membentuk tinggi Bulan, beda azimut, lag terbenam, serta jendela pengamatan. Pertanyaan kedua ialah bagaimana awan, aerosol, uap air, suhu, tekanan dan cahaya senja memodifikasi sinyal dari sabit. Pertanyaan ketiga ialah apakah penggabungan data atmosfer meningkatkan prediksi dibanding geometri saja pada sampel yang benar-benar independen.

Hipotesis geometri menyatakan bahwa pengaruh koordinat pada tinggi dan azimut mengikuti transformasi astronomi bola secara deterministik. Hipotesis atmosfer menyatakan bahwa sinyal hilal melemah akibat ekstingsi sementara kecerahan latar dipengaruhi hamburan cahaya Matahari. Hipotesis statistik menyatakan bahwa pengaruh lintang atau bujur terhadap sukses deteksi dapat berubah setelah peneliti mengendalikan musim, umur Bulan, kualitas langit, horizon dan pengalaman pengamat.

Satu peristiwa pengamatan sebaiknya didefinisikan sebagai gabungan tanggal, lokasi, periode pencarian, jenis instrumen, identitas prosedur verifikasi dan hasil. Nilai 0 pada variabel 'terlihat' hanya sah bila pengamatan sungguh dilaksanakan menurut protokol dengan syarat minimal yang ditetapkan. 'Tidak ada laporan', 'tertutup awan', dan 'belum diselidiki' merupakan kategori informasi berbeda.

1.1.3 Kerangka sebab-akibat dan faktor perancu

Lintang mengubah orientasi langit lokal; bujur mengubah waktu Matahari lokal dan pemilihan saat pengamatan; elevasi mengubah horizon geometris dan kondisi atmosfer. Pada saat bersamaan, letak geografis berkorelasi dengan iklim, musim hujan, polusi, serta kepadatan pengamat. Dengan demikian korelasi sederhana antara koordinat dan jumlah keberhasilan tidak dapat otomatis diterjemahkan sebagai mekanisme sebab-akibat.

Misalnya, sebuah dataset berisi lebih banyak laporan positif dari wilayah pesisir lintang rendah. Perbedaan itu mungkin berakar pada kemiringan ekliptika, namun dapat pula muncul karena horizon laut lebih terbuka, kelompok pengamat lebih berpengalaman, pelaksanaan observasi lebih sering, atau data negatif tidak dilaporkan. Setiap alternatif tersebut harus dipertimbangkan melalui rancangan sampling dan model statistik yang tepat (Doggett dan Schaefer, 1994; Faid dkk., 2024).

1.1.4 Cakupan, batasan, dan pembaca sasaran

Persamaan dalam buku ditulis sebagai teks matematika yang dapat diedit di dokumen. Simbol derajat dan tanda koordinat digunakan menurut konvensi astronomi: lintang φ positif untuk utara, bujur λ positif untuk timur; nilai UTC digunakan sebagai acuan perbandingan waktu. Semua contoh hitungan dijelaskan sebagai simulasi pedagogis, bukan pengamatan lapangan.

Buku ini mengutamakan rekam jejak literatur internasional, tetapi tetap mengakui bahwa banyak parameter operasional harus diestimasi secara lokal. Tidak ada koefisien baku yang mengubah kombinasi RH, tutupan awan, dan suhu menjadi probabilitas keberhasilan dalam setiap kondisi. Apabila suatu pembobotan diusulkan dalam penelitian, parameter itu harus disertai data pelatihan, ketidakpastian dan validasi eksternal.

1.2 Astronomi dasar dan geometri pengamatan

1.2.1 Ijtimak, elongasi, iluminasi, dan umur Bulan

Ijtimak astronomis biasanya didefinisikan ketika bujur ekliptika geosentris Bulan dan Matahari sama. Peristiwa tersebut tidak harus terjadi ketika separasi sudut kedua pusat benda minimum karena kedudukan Bulan dapat berada di utara atau selatan bidang ekliptika. Elongasi ialah jarak sudut antara arah Bulan dan Matahari yang didefinisikan untuk titik pengamat dan waktu tertentu. Perbedaan antara panjang busur di langit dan selisih bujur ekliptika perlu dijaga dalam dokumentasi (USNO, 2026).

Fraksi iluminasi Bulan menunjukkan seberapa besar cakram yang menerima sinar Matahari dan menghadap pengamat. Besaran ini tidak memuat kemampuan mata mengenali garis sabit dalam cahaya senja. Umur Bulan dihitung sebagai interval sejak ijtimak; walaupun mudah diperoleh, nilai sama tidak selalu merepresentasikan elongasi dan lebar sabit yang sama karena eksentrisitas orbit serta geometri yang berubah (USNO, 2026; Schaefer, 1996).

1.2.2 Sistem koordinat ekuatorial, ekliptika, dan horizontal

Koordinat ekuatorial menggunakan asensio rekta dan deklinasi; koordinat ekliptika menggunakan bujur dan lintang ekliptika; koordinat horizontal mengacu pada azimut dan tinggi terhadap horizon setempat. Transformasi menuju horizon mensyaratkan lintang pengamat dan sudut jam lokal, yang diturunkan dari waktu sideris dan posisi benda. Alasan inilah yang menjadikan informasi lintang–bujur relevan secara fisik, bukan sebagai sekadar label wilayah.

Tinggi geometris dan tinggi tampak dibedakan. Tinggi geometris menyatakan hasil vektor astronomi terhadap horizon ideal, sedangkan tinggi tampak dapat dipengaruhi pembiasan atmosfer. Selain itu definisi peristiwa terbenam Matahari yang melibatkan pusat atau tepi atas cakram harus dinyatakan jelas. Selisih kecil konvensi dapat berpengaruh saat suatu hasil berada dekat ambang suatu kriteria.

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H$$

1.2.3 Toposentris, geosentris, dan paralaks

Posisi geosentris dihitung dari pusat Bumi, sedangkan toposentris dari kedudukan fisik pengamat. Karena Bulan relatif dekat dengan Bumi, arah toposentris berbeda bermakna dari arah geosentris; untuk Matahari efeknya jauh lebih kecil. Kriteria atau algoritma yang tidak menyebut kerangka ini sulit dibandingkan secara sah.

Elongasi tidak identik secara numerik di kedua kerangka tersebut. Perhitungan harus menggunakan titik asal yang sama bagi vektor Matahari dan Bulan, menjelaskan koreksi paralaks, dan menyertakan apakah refraksi diterapkan. Dalam tulisan tentang pengamatan langsung, besaran toposentris biasanya paling terkait dengan arah yang benar-benar dituju oleh instrumen (USNO, 2026; Odeh, 2004).

1.2.4 Jendela waktu antara Matahari dan Bulan terbenam

Pada pengamatan hilal pascakonjungsi, pengamat menginginkan Matahari sudah cukup jauh di bawah horizon agar cahaya senja meredup, tetapi Bulan belum terbenam. Moonset lag ialah selisih antara waktu terbenam Bulan dan Matahari, dengan definisi yang sama-sama dinyatakan. Lag positif dapat mengindikasikan adanya jendela, namun tidak menjamin lebar sabit, kontras, atau kondisi horizon memadai.

Di lintang tinggi, sudut kemiringan lintasan benda langit terhadap horizon dan durasi senja berubah drastis; pada sebagian musim kriteria sunset yang biasa digunakan di kawasan tropis memerlukan penanganan khusus. Perbandingan global tanpa aturan jelas bagi hari tanpa sunset atau tanpa moonset dapat menimbulkan nilai kosong yang keliru dianggap keberhasilan maupun kegagalan.

1.2.5 Parameter geometri hilal modern

ARCL merupakan arc of light atau separasi sudut; ARCV merupakan arc of vision atau beda ketinggian yang didefinisikan pada saat perbandingan; DAZ ialah beda azimut; W menunjukkan lebar sabit menurut konvensi model. Kelima simbol ini tidak bebas dari asumsi kerangka, jenis ketinggian, atau waktu evaluasi. Studi Yallop dan Odeh

memanfaatkan kombinasi besaran-besaran tersebut untuk meningkatkan prediksi ketimbang ukuran umur Bulan tunggal (Yallop, 1997; Odeh, 2004).

Perlu membedakan elongasi sebagai jarak sudut dua arah dengan ARCV sebagai pemisahan dalam arah vertikal. Dua konfigurasi dapat memiliki elongasi setara tetapi satu Bulan terletak di atas Matahari dan yang lain lebih menyamping. Dalam konteks pengamatan sesudah Magrib, kombinasi vertikal sering menentukan tersedianya waktu dan tinggi setelah cahaya Matahari meredup.

1.2.6 Efemeris numerik dan ketidakpastian penentuan posisi

Efemeris modern seperti DE440 dan DE441 dikonstruksi dari integrasi orbit yang disesuaikan dengan observasi; tingkat ketelitian dinamikanya memungkinkan penelitian geometri hilal dilakukan jauh lebih akurat daripada ketidakpastian cuaca setempat. Namun penggunaan ephemeris yang presisi bukan jaminan hasil visibilitas yang presisi karena rantai kesalahan masih mencakup waktu, koordinat, tinggi horizon, refraksi, dan keadaan atmosfer (Park dkk., 2021).

Untuk analisis yang dapat direproduksi, arsipkan versi ephemeris, skala waktu, perangkat komputasi, definisi sunset, elevasi lokasi, koordinat geodetik, dan transformasi geosentris–toposentris. Nilai ditampilkan dengan digit sesuai ketidakpastian total; terlalu banyak angka di layar atau tabel tidak menambah ketepatan observasi.

1.3 Pengaruh lintang dan bujur terhadap geometri hilal

1.3.1 Pertanyaan penelitian, pengertian, dan derajat hubungan

Pertanyaan “apakah hilal terlihat berhubungan erat dengan lintang dan bujur?” harus dibagi menjadi dua pengertian: pengaruh koordinat pada geometri langit yang dapat dihitung deterministik dan pengaruh koordinat pada keberhasilan rukyat yang bersifat bersyarat. Posisi geografis merupakan bagian esensial dari transformasi posisi Bulan dan Matahari menjadi tinggi serta azimut setempat, namun keberhasilan melihat hilal bergantung juga pada transparansi atmosfer, horizon dan ketajaman pengamat (Schaefer, 1988; Doggett & Schaefer, 1994).

Secara fisika, bukan angka koordinatnya yang “membuat” hilal terlihat, melainkan perubahan sudut pandang dan waktu pengamatan akibat letak pengamat di Bumi. Dua tempat dengan koordinat berbeda dapat memiliki kondisi geometri mirip pada suatu tanggal; sebaliknya dua tempat dengan bujur sama dapat memiliki keadaan hilal berbeda karena lintang dan perubahan musiman. Oleh sebab itu, korelasi statistik sederhana lintang/bujur dengan “terlihat/tidak” tidak dapat diartikan otomatis sebagai hubungan sebab akibat tanpa pengendalian variabel astronomis.

1.3.2 Lintang dan transformasi posisi benda langit

Lintang geografis φ menentukan sudut antara horizon dengan sumbu rotasi Bumi. Untuk benda langit berdeklinasi δ dan sudut jam lokal H, tinggi geometris h ditentukan oleh relasi astronomi bola berikut. Tanda lintang selatan dan deklinasi selatan dinyatakan negatif; H harus memakai satuan sudut yang sesuai.

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa tinggi Bulan tidak dapat diturunkan dari lintang saja; nilai deklinasi dan sudut jam turut menentukan hasil. Ketika Matahari terbenam, sudut jam Matahari dan Bulan berbeda; keduanya harus dievaluasi pada timestamp yang sama untuk memperoleh beda tinggi (ARCV) dan selisih azimut (DAZ). Tinggi atau sudut bulan yang digunakan dalam penilaian rukyat harus dinyatakan sebagai geosentris atau toposentris, berikut pengaturan refraksinya.

Di lintang tropis, lintasan ekliptika dan posisi Bulan terhadap horizon barat dapat berbeda dari lintang sedang dan kutub. Namun klaim "lintang rendah selalu lebih mudah" tidak sah: musim, deklinasi, kemiringan ekliptika terhadap horizon, dan beda azimut Bulan–Matahari dapat membalik urutan kondisi antarlokasi pada tanggal tertentu (Yallop, 1997; Odeh, 2004).

1.3.3 Bujur, rotasi Bumi, waktu Magrib, dan umur Bulan

Bujur geografis λ berperan melalui waktu Matahari lokal dan sudut jam benda langit. Secara pendekatan satu putaran Bumi terhadap Matahari bersesuaian dengan 360° dalam 24 jam, sehingga beda bujur 15° setara kira-kira satu jam waktu Matahari rata-rata atau 1° kira-kira empat menit. Ini hubungan satuan waktu, bukan hukum bahwa besar hilal selalu bertambah empat menit per derajat bujur.

$$\Delta t \approx \Delta\lambda / 15° \text{ per jam} \quad \textbf{(pendekatan waktu Matahari lokal)}$$

Dalam satu peristiwa ijtimak global, tempat di sebelah barat umumnya mengalami waktu terbenam Matahari berikutnya pada UTC yang lebih lambat daripada tempat di sebelah timur pada garis lintang dan musim sebanding. Akibatnya umur Bulan sejak ijtimak dapat bertambah. Namun tinggi Bulan pada Magrib setempat juga ditentukan oleh deklinasi, persamaan waktu, perubahan posisi Bulan, dan horizon; umur Bulan sendiri bukan ukuran visibilitas yang cukup (Schaefer, 1988; Doggett & Schaefer, 1994).

Perbandingan waktu antarnegara wajib menggunakan UTC sebagai skala pemersatu lalu menghitung sunset untuk tiap koordinat. Zona waktu administratif dapat menyimpang dari waktu Matahari setempat dan dapat mengalami perubahan kebijakan; karena itu selisih jam sipil antarkota tidak boleh dipakai sebagai pengganti selisih bujur astronomis.

1.3.4 Geometri pada Magrib: ARCL, ARCV, DAZ, W, dan lag time

Hilal tipis diamati ketika Bulan masih berada di atas horizon sesaat setelah Matahari terbenam. Besaran penting meliputi elongasi/arc of light (ARCL), beda tinggi Bulan–Matahari (ARCV), beda azimut (DAZ), lebar sabit W, serta selang sunset–moonset (lag time). Model Yallop menggabungkan geometri relatif dan lebar sabit, sedangkan Odeh membangun kategori keterlihatan dari basis observasi dan parameter topocentric arc of vision serta lebar sabit. Definisi detail besaran harus mengikuti dokumen asli masing-masing kriteria (Yallop, 1997; Odeh, 2004).

Elongasi geosentris pada satu saat UTC merupakan pemisahan arah dari pusat Bumi; nilai yang dihitung secara toposentris berubah dengan lokasi karena paralaks. Begitu pula ARCV dan DAZ adalah sifat lokal setelah transformasi koordinat. Karena itu satu peta

geosentris global dan satu peta rukyat toposentris menyampaikan pertanyaan berbeda dan tidak boleh disatukan tanpa pelabelan (Doggett & Schaefer, 1994).

1.3.5 Lintang, musim, kemiringan ekliptika, dan azimut hilal

Ketika Matahari berada di dekat titik ekuinoks atau solstis, orientasi gerak tampak Bulan relatif terhadap horizon mengalami perubahan. Di lintang utara dan selatan, musim yang berlawanan dapat menghasilkan kemiringan jalur Bulan–Matahari terhadap horizon barat yang berbeda. Sebuah elongasi yang sama dapat menghasilkan tinggi Bulan lebih besar pada satu lokasi tetapi sebagian besar separasi berada secara horizontal pada lokasi lain. Karena itu ARCL tidak dapat langsung disamakan dengan beda tinggi (Yallop, 1997).

Perbandingan lintang yang valid menggunakan tanggal dan definisi waktu yang sama, menghitung ketinggian serta azimut Matahari–Bulan, dan menampilkan ARCV beserta DAZ. Analisis khusus lintang tinggi perlu menangani kasus tanpa Magrib biasa, senja sangat panjang, atau ketidaktersediaan moonset; keadaan demikian tidak boleh dipaksakan bernilai nol.

1.3.6 Toposentris, elevasi pengamat, dan horizon nyata

Koordinat astronomis tidak lengkap hanya dengan φ dan λ. Ketinggian tempat mengubah jarak terhadap horizon geografis, serta dapat memengaruhi kondisi atmosfer lokal. Bulan mengalami paralaks yang relatif besar dibandingkan Matahari sehingga hasil tinggi toposentris berbeda dari tinggi geosentris, terutama dekat horizon. Penggunaan profil horizon—misalnya tebing, gunung, pohon, bangunan, atau ufuk laut—diperlukan ketika menilai apakah garis pandang benar-benar terbuka.

Tempat yang lebih tinggi tidak otomatis lebih baik jika arah hilal terhalang topografi atau tertutup awan lokal; sebaliknya horizon laut yang terbuka dapat menguntungkan walaupun elevasi pengamat rendah. Dalam penelitian komparatif, “elevasi” dan “elevasi horizon pada azimut hilal” merupakan dua variabel yang berbeda.

1.3.7 Apa yang dapat dan tidak dapat disimpulkan dari peta lintang–bujur

Peta hasil hisab yang mewarnai lokasi berdasarkan terpenuhinya ambang dapat menunjukkan pola geografis kontur pada tanggal tertentu. Kontur itu bukan garis kepastian terlihat. Doggett dan Schaefer (1994) menunjukkan pentingnya garis peluang keterlihatan yang didasarkan pada catatan observasi; kajian berbasis pengamatan lebih baru juga menegaskan bahwa model visibilitas perlu ditinjau ulang pada sampel yang lebih besar (Assessment and review..., 2024).

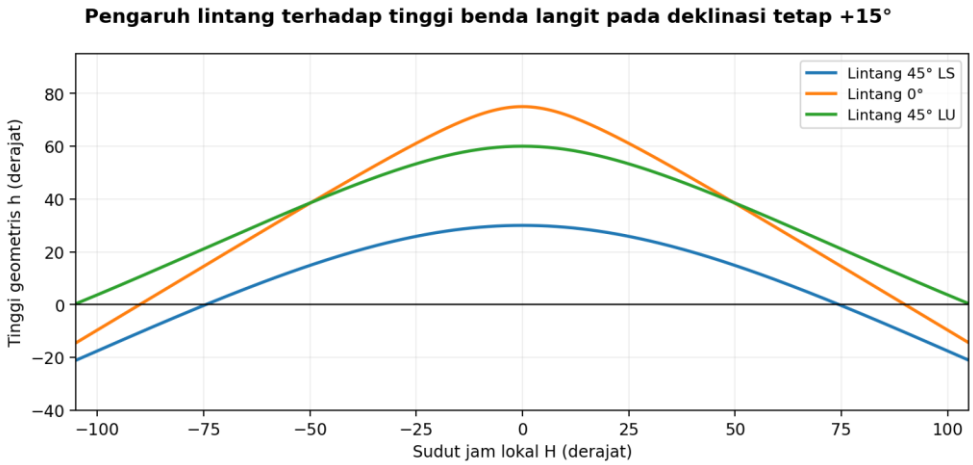
1.3.8 Contoh eksperimen terkontrol untuk menguji hubungan geografis

Rancang eksperimen berbasis efemeris DE440s dan aturan waktu Magrib lokal: pertama, pilih satu tanggal dan enam hingga sepuluh lintang yang tersebar utara–selatan pada bujur yang sebanding; kedua, pilih beberapa bujur pada rentang lintang sempit; ketiga, ulangi pada ekuinoks dan solstis. Setiap titik menghasilkan pasangan {φ, λ, elevasi, tanggal, sunset UTC, ijtimak UTC, umur Bulan, h Bulan, h Matahari, ARCL, ARCV, DAZ, W, moonset, lag}. Jangan memasukkan cuaca pada tahap ini agar pengaruh geometri dapat dibedakan.

Sesudah analisis geometri, gabungkan data pengamatan hilal yang menyebut “terlihat/tidak terlihat”, metode alat, waktu pencarian, kualitas horizon dan cuaca. Bentuk analisis statistik, misalnya regresi logistik hierarkis dengan efek acak untuk pengamat, dapat digunakan untuk memisahkan pengaruh geometri, cuaca, instrumen, dan lokasi. Tanpa data observasi dengan distribusi yang layak, besaran koefisien atau nilai signifikansi tidak boleh dikarang.

1.3.9 Kesimpulan khusus hubungan geografis

Lintang dan bujur adalah masukan kausal penting bagi transformasi geometri langit dan waktu pengamatan. Namun tidak terdapat kaidah universal bahwa satu arah lintang atau bujur selalu menjamin keberhasilan melihat hilal; evaluasi harus berdasarkan tanggal, geometri topocentris, horizon, dan kualitas atmosfer.



Gambar 1.1. Contoh matematis perubahan tinggi benda langit akibat lintang untuk deklinasi tetap +15°. Grafik bukan simulasi pengamatan hilal aktual.

1.3.10 Keterkaitan lintang dengan deklinasi, musim dan kemiringan ekliptika

Lintang tidak bekerja sebagai faktor tersendiri. Keberuntungannya bagi hilal bergantung pada deklinasi dan posisi relatif Bulan–Matahari serta musim. Pada lintang sedang belahan utara, geometri senja dekat ekuinoks musim semi sering memberi sudut ekliptika lebih curam terhadap horizon barat dibanding musim gugur. Polanya berlawanan secara musiman bagi belahan selatan dan dipengaruhi pula lintang ekliptika Bulan (USNO, 2026).

Pada setiap epoch dan lokasi, kemiringan lintasan perlu dihitung secara eksplisit dari vektor koordinat, bukan diduga hanya dengan kata 'tropis' atau 'sedang'. Keunggulan rata-rata suatu kawasan dalam statistik historis dapat tertutupi bila observasi kebetulan berlangsung pada konfigurasi orbit yang tidak menguntungkan.

1.3.11 Bujur sebagai prediktor waktu, bukan jaminan terlihat

Kegiatan pengamatan secara lokal lazimnya dilakukan saat senja. Pengamat yang lebih ke barat pada garis lintang berdekatan cenderung mencapai waktu senja dalam UTC lebih lambat, sehingga usia Bulan sesudah konjungsi umumnya bertambah. Pernyataan tersebut merupakan kecenderungan global yang harus dihitung dengan sunset aktual, bukan hukum monoton bahwa setiap pertambahan satu derajat bujur selalu meningkatkan peluang terlihat.

Penentuan peluang global harus mempertimbangkan batas tanggal internasional, tanggal kalender yang digunakan, tinggi Matahari setempat, dan wilayah kutub yang tidak mengalami sunset harian. Bujur politik atau zona waktu administratif bukan variabel pengganti sudut jam. Dalam peta global, model geometri yang tampak menghasilkan batas barat–timur sesungguhnya merangkum perubahan waktu dan bentuk orbit, bukan sekadar korelasi geografis murni.

1.3.12 Analisis komparatif terkontrol lintang–bujur

Penelitian lintang sebaiknya mengambil deret lokasi sepanjang meridian berdekatan dan membandingkan waktu Magrib lokal masing-masing dengan faktor meteorologi yang direkam, kemudian mengulangi untuk beberapa musim dan siklus lunasi. Analisis bujur dapat menempatkan lokasi pada pita lintang sebanding dan menggunakan definisi waktu yang konsisten. Desain faktorial menghindari kekeliruan umum: menganggap satu malam yang menguntungkan sebagai karakter permanen suatu koordinat.

Model statistik dapat menuliskan tinggi dan ARCV sebagai fungsi tanggal, φ, λ, elevasi dan kondisi orbit. Untuk hasil rukyat, model diperluas dengan kondisi atmosfer, hambatan horizon, jenis instrumen, dan pengamat. Jika koefisien koordinat melemah setelah variabel mediasi dimasukkan, itu tidak berarti lintang 'tidak berpengaruh'; pengaruhnya mungkin sudah dihitung melalui besaran geometri yang menjadi akibat dari koordinat tersebut.

1.4 Lintang, bujur, musim, dan struktur kausal

1.4.1 Koordinat bukan variabel penjelas tunggal

Lintang mengubah hubungan horizon dengan sumbu Bumi dan secara langsung masuk transformasi tinggi. Namun tinggi saat magrib bukan fungsi lintang saja; ia juga bergantung pada deklinasi Bulan dan Matahari, sudut jam, paralaks dan saat peristiwa tersebut. Bujur memengaruhi waktu sideris lokal, waktu Matahari dan urutan terjadinya magrib global; pengaruhnya bersifat geometris dan temporal, bukan “energi” yang memperjelas Bulan.

Akibatnya hubungan statistik antara nilai absolut lintang dan terlihat tidak harus monoton. Pada musim yang menguntungkan, ekliptika memotong horizon barat cukup curam sehingga komponen vertikal separasi Bulan–Matahari relatif besar. Pada musim lain, separasi yang sama sebagian besar menjadi selisih azimut. Ini menjelaskan mengapa peta peluang berbeda antara bulan dan tahun meski posisi daratan tetap.

Pada lintang tinggi, lama senja dan keberadaan sunset harian bahkan bisa berubah drastis. Aturan yang selalu mengambil “15 menit sesudah magrib” tanpa menilai ketinggian Bulan dapat melewatkan jendela optimum atau mencari saat Bulan sudah terbenam. Penilaian global harus secara eksplisit mengenali hari tanpa sunset biasa, horizon laut yang tidak terbuka, dan perbedaan kalender sipil.

1.4.2 Efek bujur dan umur Bulan sebagai mediator

Bumi berotasi sekitar 15 derajat bujur per jam waktu Matahari rata-rata. Ketika pengamatan dipatok pada sunset setempat, lokasi yang lebih barat biasanya mencapai

sunset pada UTC lebih lambat dibanding lokasi timur berlintang serupa. Selang waktu setelah ijtimak bertambah; namun orbit Bulan dan kemiringan relatif terhadap horizon juga berubah. Karena itu meningkatkan umur Bulan tidak identik dengan menaikkan ARCV atau menaikkan kontras.

Jika regresi menggunakan lintang, bujur, umur Bulan, tinggi, ARCV, azimut, dan lag sekaligus, sebagian variabel merupakan turunan dari variabel lain. Koefisien bujur dalam model lengkap tidak boleh dibaca sebagai "pengaruh total" bujur: sebagian mekanisme sudah diwakili oleh parameter geometri. Nyatakan dahulu estimand: efek total koordinat, efek langsung setelah pengendalian geometri, atau daya prediksi murni.

Untuk uji kausal, jalur koordinat → geometri → keterlihatan dibedakan dari koordinat → iklim/musim → aerosol/awan → keterlihatan. Pengalaman pengamat, pengawasan, dan kebiasaan melapor dapat berkorelasi dengan koordinat, tetapi bukan sifat intrinsik lintang/bujur. Diagram sebab-akibat membantu memilih kovariat dan menjelaskan mengapa regresi sederhana tidak cukup.

1.4.3 Perbandingan lintang terkendali

Percobaan komputasi pertama membentuk pita bujur sempit dan memilih lintang dari selatan ke utara pada beberapa epoch. Pada tiap lokasi harus dihitung sunset sendiri, sehingga "waktu sama" berarti peristiwa fisik setempat dan bukan jam WIB bersama. Simpan timestamp UTC tiap sunset dan setiap besaran toposentris dengan konvensi refraksi seragam. Ulangi pada sekitar ekuinoks serta solstis untuk menangkap pembalikan musiman.

Parameter evaluasi tidak hanya tinggi Bulan. Hitung elongasi, ARCV, DAZ, lebar sabit, moonset lag, dan tinggi Bulan pada waktu pengamatan optimum menurut kriteria yang dipilih. Setiap hasil harus diberi label "nilai komputasi", bukan "hasil rukyat". Jika memungkinkan, jalankan sensitivitas elevasi dan profil horizon supaya pengaruh lintang tidak tercampur dengan gunung dan bangunan.

Bandingkan tingkat variasi geometri antarlintang untuk setiap epoch: rentang, median, persentil, dan posisi puncak. Hindari klaim bahwa lintang tropis selalu unggul tanpa memeriksa tanggal. Sebagai pemeriksaan balikan, bandingkan ekuinoks yang berlainan; perubahan tanda keunggulan antara utara dan selatan akan menunjukkan interaksi nyata antara musim dan kemiringan ekliptika.

1.4.4 Perbandingan bujur terkendali

Percobaan kedua menjaga lintang sebanding, lalu menyebarkan lokasi dari timur ke barat termasuk Pasifik. Catat dua hal terpisah: umur Bulan pada magrib setempat dan geometri horizon Bulan pada saat yang sama. Batas tanggal internasional harus diperlakukan sebagai perubahan label tanggal, bukan loncatan gerak Bulan. Urutkan data dengan UTC fisik untuk grafik waktu.

Untuk setiap lokasi, buat dua definisi yang sengaja berbeda: pengamatan saat matahari terbenam dan pengamatan pada UTC serentak global. Perbandingan pertama menjawab implikasi praktis bujur bagi pengamat senja; perbandingan kedua mengisolasi perubahan sudut pandang pada suatu epoch. Jangan mencampur kesimpulan dari dua eksperimen ini.

Perbandingan “Indonesia lebih timur daripada Maroko” berguna sebagai intuisi, tetapi tidak boleh menggantikan komputasi. Bila awal malam Indonesia terjadi ketika Bulan masih sangat muda, pengamat di Afrika beberapa jam kemudian sering menghadapi fase yang lebih berkembang, tetapi kontras bergantung pada sudut, atmosfer dan horizon. Kata “sering” di sini menyatakan mekanisme temporal, bukan probabilitas global yang telah diukur.

1.4.5 Horizon nyata dan elevasi sebagai pengubah lokal

Dua pengamat berlintang dan bujur sama pada permukaan bumi dapat memperoleh hasil berbeda jika satu berada di pantai berufuk terbuka sementara lainnya menatap bukit pada azimut Bulan. Tinggi topografis 3 derajat di sektor yang benar-benar diarahkan bukan sama dengan elevasi stasiun dalam meter. Ukuran penghalang harus berupa fungsi elevasi horizon terhadap azimut, idealnya direkam foto panorama yang terkalibrasi.

Puncak gunung memberi pandangan lebih panjang ke ufuk geometri, tetapi sekaligus membawa atmosfer dan mikroklimat yang berbeda. Dalam beberapa kasus lapisan awan rendah berada di bawah observatorium; dalam kasus lain kabut orografis menutup puncaknya. Tanpa catatan cuaca sepanjang garis pandang, label dataran tinggi saja tidak menjamin kualitas pengamatan.

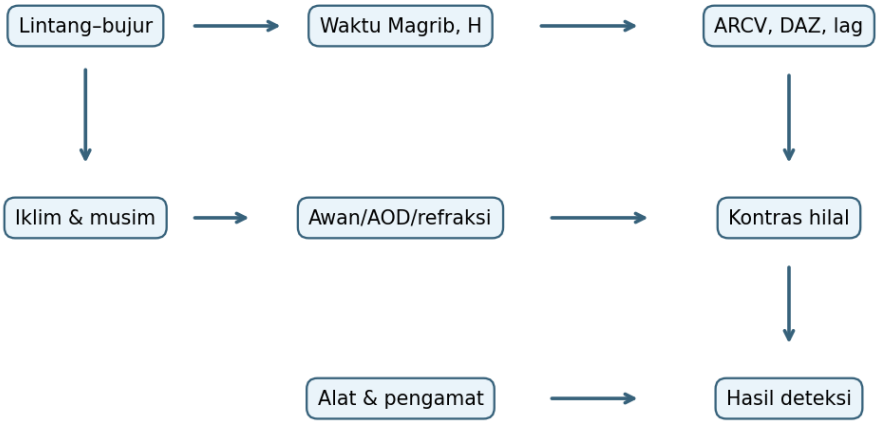
Perbaikan analitik ialah memisahkan tinggi geometris h, koreksi refraksi R, dip horizon D, dan tinggi penghalang topografi H_az. Model praktis boleh mendefinisikan margin garis pandang M = h + R + D − H_az, asalkan konvensi tanda dan titik horizon benar. Margin positif diperlukan untuk garis pandang terbuka, namun belum cukup untuk memastikan deteksi.

1.4.6 Efek spasial dan autocorrelation

Laporan dari dua lokasi berdekatan pada malam sama tidak independen sepenuhnya karena menatap medan awan yang berkaitan serta konfigurasi Bulan hampir sama. Menganggap seratus laporan dalam satu metropolitan sebagai seratus pengulangan independen akan mempersempit interval ketidakpastian secara tidak sah. Gunakan pengelompokan berdasarkan lunasi dan area meteorologi, atau model efek acak lokasi/peristiwa.

Dalam atlas global, pengamat terkonsentrasi di negara dengan jaringan astronomi aktif. Tanpa bobot desain, proporsi sukses dari arsip lebih banyak mengukur pola partisipasi dibanding keberhasilan rata-rata pada seluruh bumi. Persamaan antara data dan populasi sasaran harus dijelaskan sebelum suatu peta diwarnai dengan peluang numerik.

Keberhasilan metode yang benar harus diukur pada lokasi dan bulan yang belum dipakai pelatihan. Strategi “leave-one-lunation-out” mencegah bocornya pola orbit dari malam sama, sedangkan “leave-one-region-out” menguji portabilitas iklim. Kedua jenis validasi sebaiknya dilaporkan terpisah.



Gambar 1.2. Diagram alur kausal konseptual. Arah panah bukan hasil estimasi statistik. Sumber dan status bukti: Park dkk. (2021); Schaefer (1988); Doggett & Schaefer (1994); Yallop (1997); Odeh (2004).

1.5 Sintesis pengaruh koordinat dan meteorologi

1.5.1 Jawaban mengenai keeratan lintang terhadap visibilitas

Hubungan lintang dengan tinggi dan azimut Bulan adalah hubungan matematis langsung melalui transformasi koordinat. Apakah hal itu menghasilkan peningkatan keberhasilan visual secara rata-rata bergantung pada konfigurasi orbit, musim, pola senja, keawanan dan kualitas observasi. Dengan demikian pernyataan 'lintang rendah lebih menguntungkan' dapat dipakai sebagai kecenderungan kontekstual sesuai dokumentasi USNO, tetapi tidak boleh menjadi hukum universal yang meniadakan musim dan deklinasi.

Keeratan statistik yang layak diterbitkan harus mengacu pada dataset, sebaran sampel, definisi keluaran, dan kontrol kovariat. Tidak ada satu koefisien korelasi yang dapat mewakili seluruh lunasi dan seluruh Bumi tanpa definisi masalah dan sampling yang jelas.

1.5.2 Jawaban mengenai keeratan bujur terhadap visibilitas

Bujur menentukan fase rotasi Bumi dalam hubungan dengan waktu observasi setempat. Pada satu konjungsi, pengamat di barat pada garis lintang mirip kerap mendapati Bulan lebih tua ketika sunset, sehingga elongasi dan peluang geometri dapat lebih baik. Efek itu berbeda dari pengaruh bujur sebagai identitas tempat; di dalamnya ada mediasi waktu dan mekanika orbit.

Klaim 'lebih ke barat pasti terlihat' gugur ketika cuaca, kondisi horizon, tinggi Bulan dan musim tidak diperhitungkan. Oleh sebab itu hasil ilmiah yang paling kuat ialah kontur geometri untuk tiap peristiwa dan evaluasi observasi, bukan generalisasi koordinat tanpa waktu.

1.5.3 Parameter atmosfer yang berpengaruh paling langsung

Halangan awan pada garis pandang, ekstingsi aerosol dan luminansi langit di sekitar Bulan merupakan faktor yang lebih langsung terkait dengan deteksi ketimbang RH atau suhu sebagai angka tunggal. RH dan suhu berperan melalui mikro-fisika kabut, pertumbuhan aerosol higroskopis, profil refraksi atau stabilitas atmosfer. Hubungan ini dapat kuat pada suatu peristiwa dan lemah pada peristiwa lain karena komposisi aerosol dan struktur awan sangat berubah.

Jika peneliti tidak memiliki pengukuran langit sektor hilal, TCC dan RH sebaiknya diperlakukan sebagai proksi yang ketidakpastiannya dinyatakan terbuka. Peta cuaca bukan bukti bahwa pada arah yang spesifik Matahari–Bulan terhalang atau terbuka pada setiap menit pengamatan.

BAB 2 OPTIKA ATMOSFER, METEOROLOGI, DAN LINGKUNGAN PENGAMATAN

2.1 Radiometri, ekstingsi, dan kontras cahaya

2.1.1 Dasar radiometri: cahaya hilal harus mengalahkan terang latar

Hilal berada di langit senja yang relatif terang. Mata tidak mendeteksi Bulan sekadar karena ada foton yang mencapai kornea; objek harus memberikan kontras terhadap luminansi latar langit pada resolusi sudut dan waktu pengamatan tertentu. Schaefer (1988) mengembangkan model teoretis dengan mempertimbangkan kecerahan langit, kejernihan atmosfer, lokasi, suhu, kelembapan dan aerosol. Doggett dan Schaefer (1994) menegaskan perlunya menyertakan kondisi lokal dan aspek manusia, bukan hanya umur Bulan.

Kecerlangan sabit dipengaruhi lebar sabit dan geometri pencahayaan, sedangkan luminansi langit di sekitarnya dipengaruhi hamburan sinar Matahari ketika senja. Awan dan aerosol dapat mengurangi cahaya hilal sekaligus mengubah latar langit; maka efek total terhadap kontras tidak selalu dapat direduksi menjadi satu persentase awan.

2.1.2 Ekstingsi atmosfer dan massa udara di dekat ufuk

Cahaya Bulan mengalami hamburan dan absorpsi sepanjang lintasan atmosfer. Semakin rendah ketinggian Bulan, semakin panjang lintasan optik di atmosfer. Pada model atmosfer standar, massa udara relatif m dapat diperkirakan dengan formula Kasten–Young (1989); z menyatakan jarak zenit dalam derajat dan formula dipakai secara hati-hati dekat horizon yang peka terhadap keadaan aktual atmosfer.

$$m = 1 / [\cos z + 0{,}50572 \times (96{,}07995 - z)^{(-1{,}6364)}]$$

Dengan $z = 90° - h$, nilai massa udara meningkat tajam ketika tinggi h mendekati 0°. Secara pendekatan fotometri, perubahan magnitudo akibat ekstingsi dapat ditulis $\Delta m = k \times X$, dengan k koefisien ekstingsi per massa udara dan X massa udara. Nilai k berbeda menurut spektrum cahaya, aerosol, dan lokasi; tanpa pengukuran jangan menganggap satu nilai k baku berlaku untuk semua langit senja.

$$\mathbf{\Delta m = k \cdot X; \quad I / I_0 = 10^{(-0{,}4\ kX)}}$$

2.1.3 Tutupan awan total, rendah, menengah, dan tinggi

Dalam ERA5, total cloud cover (TCC) dinyatakan sebagai fraksi 0–1 dari luas grid yang tertutup awan, dihitung melalui asumsi tumpang tindih lapisan. Parameter low, medium, dan high cloud cover juga merupakan fraksi 0–1. Nilai ini menggambarkan estimasi model pada area grid, bukan penunjuk langsung "awan menutup hilal" pada azimut dan ketinggian tertentu (ECMWF Parameter Database; dokumentasi ERA5).

Tutupan awan total sebesar 60% tidak berarti probabilitas hilal terhalang tepat 60% pada satu pengamatan. Fraksi spasial grid tidak identik dengan probabilitas garis pandang yang tertutup pada satu arah; keadaan awan saat Magrib perlu dilengkapi citra langit ke barat, ketinggian dasar awan, ketebalan optik, arah gerak, dan catatan pengamat. Nilai TCC, LCC, MCC, HCC tidak boleh dijumlah karena lapisan dapat tumpang tindih.

2.1.4 Kelembapan relatif, aerosol higroskopis, dan kabut

Kelembapan relatif (RH) adalah perbandingan keadaan uap air dengan nilai jenuh pada suhu yang sama. Pada aerosol higroskopis, peningkatan RH dapat menyebabkan penyerapan air, pertumbuhan ukuran partikel, dan penguatan hamburan cahaya, sehingga kejernihan langit berkurang; besar pengaruhnya bergantung pada komposisi aerosol (Hänel, 1976; studi hubungan kimia aerosol dan kelembapan, 1972).

RH tinggi tidak selalu berarti hilal tidak dapat terlihat. Misalnya, langit tropis yang kelembapannya tinggi tetapi bebas awan dan aerosol pekat dapat tetap transparan. Sebaliknya, kondisi yang tampak kering dapat memiliki debu mineral atau asap sehingga ekstingsi tetap tinggi. Untuk memisahkan pengaruh kelembapan dari polusi, pengukuran aerosol optical depth (AOD), jarak pandang, dan observasi kabut lebih informatif daripada RH saja.

2.1.5 Suhu udara, titik embun, dan pembentukan embun atau kabut

Suhu pada ketinggian 2 m (T2m) menggambarkan kondisi dekat permukaan, sedangkan titik embun (Td) merupakan suhu ketika udara mencapai kejenuhan jika didinginkan dengan kandungan uap air tetap. Ketika T dan Td berdekatan, kejenuhan dan pembentukan kabut/embun menjadi lebih mungkin jika ada kondisi meteorologi pendukung. Selisih T − Td adalah indikator praktis, tetapi bukan algoritma kepastian fog atau ukuran transmisi cahaya pada garis pandang hilal.

Perubahan suhu dan tekanan juga memengaruhi indeks bias udara sehingga memengaruhi refraksi astronomis, terutama dekat horizon. Koreksi refraksi harus menyebut model serta asumsi tekanan dan suhu, dan dibedakan dari tinggi geometris Bulan. Inversi suhu, turbulensi, dan gradien atmosfer dapat membuat keadaan nyata berbeda dari pendekatan standar.

2.1.6 Tekanan, angin, hujan, dan turbulensi

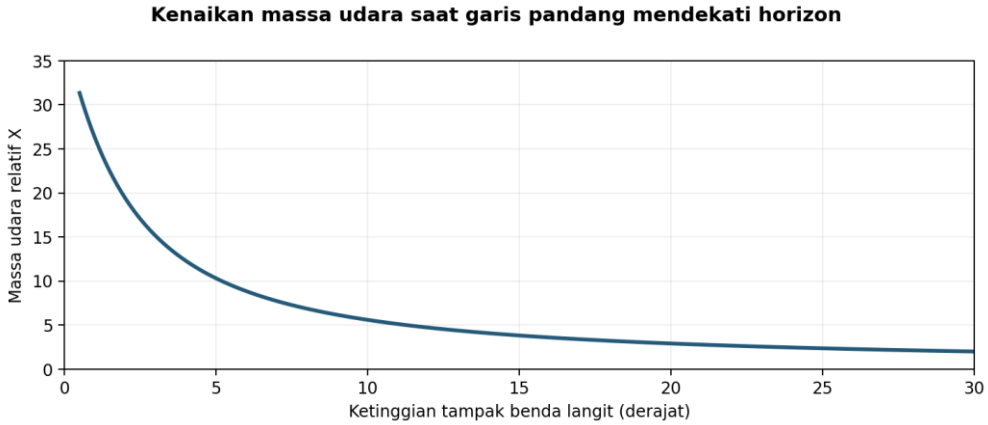
Tekanan permukaan (Pa atau hPa) diperlukan pada estimasi refraksi dan karakteristik kepadatan udara. Arah serta kecepatan angin membantu menjelaskan perpindahan awan dan kestabilan instrumen, tetapi tidak dapat digunakan sebagai penentu tunggal keterlihatan. Hujan dan gerimis menambah tetes air yang menghamburkan cahaya, sedangkan debu dan asap dapat menurunkan visibilitas meskipun tanpa hujan.

Kondisi seeing atau turbulensi dapat mengubah kestabilan citra dalam teleskop serta memengaruhi kemampuan mengidentifikasi sabit sangat tipis. Jenis dan kalibrasi alat optik, pembesaran, filter dan pengalaman pengamat harus dicatat bersama cuaca karena hasil deteksi melalui teleskop tidak setara dengan penglihatan tanpa alat.

2.1.7 Topografi, horizon barat, dan polusi lokal

Kondisi geografis meliputi ketinggian lokasi, karakter pesisir dan pegunungan, tutupan lahan, polusi udara, intensitas cahaya buatan serta penghalang horizon. Variabel tersebut dapat memengaruhi peluang rukyat secara independen dari lintang–bujur. Cahaya dari kota meningkatkan kecerahan latar pada senja yang sudah terang; polusi dan aerosol juga memperkuat hamburan di jalur pandang rendah.

Catat azimut Bulan pada waktu pengamatan dan ukur elevasi horizon nyata pada azimut tersebut; pengamat tidak hanya memerlukan “horizon barat” secara umum. Jika bulan berada pada azimut 260° dan perbukitan menutup arah itu hingga 4°, tinggi bulan 3° secara geometris belum menembus horizon setempat. Contoh angka ini ilustratif, bukan hasil observasi tertentu.



Gambar 2.1. Massa udara menurut pendekatan Kasten–Young (1989) pada rentang rendah di atas horizon; bukan pengukuran atmosfer lokasi tertentu.

2.1.8 Hukum Beer–Lambert dan transmisi cahaya sabit

Sinyal hilal berkurang ketika foton diserap atau dihamburkan keluar dari garis pandang. Dalam pendekatan atmosfer homogen, transmisi spektral dituliskan sebagai T(λ) = exp[−τ(λ) X], dengan τ adalah kedalaman optik pada panjang gelombang λ dan X massa udara relatif. Perhitungan ini tidak sekaligus menentukan kecerahan langit sekitar hilal; cahaya hamburan Matahari di latar memerlukan model radiatif tersendiri.

Pada garis pandang dekat horizon, pendekatan udara homogen semakin lemah karena stratifikasi, aerosol dekat permukaan, dan jalur yang berpotensi memotong lapisan awan. Kedalaman optik yang diturunkan dari instrumen melihat ke atas tidak otomatis mewakili kondisi optik tepat pada azimut dan elevasi hilal. Model lapangan perlu mencatat pengukuran transparansi di sektor barat ketika memungkinkan (Kasten dan Young, 1989; Holben dkk., 1998).

$$\mathbf{T(\lambda) = \exp[-\tau(\lambda) \cdot X]}$$

2.1.9 Kontras objek-terhadap-latar dan keterbatasan detektor

Daya lihat ditentukan oleh beda luminansi sabit dengan langit yang berbatasan langsung, bukan oleh magnitudo Bulan saja. Untuk ilustrasi, kontras Weber dapat ditulis C = (L_hilal − L_latar) / L_latar. Batas persepsi bergantung pada luas tampak, distribusi luminansi, kecepatan perubahan senja, adaptasi mata, dan karakter fisiologis pengamat. Kajian Crumey (2014) menunjukkan perlunya memperlakukan batas kontras sebagai fungsi keadaan pengamatan.

Alat bantu optik mengubah kondisi deteksi: pengumpulan cahaya, resolusi sudut, latar, bidang pandang, aberasi dan stabilitas citra. Oleh sebab itu dataset 'terlihat melalui teleskop' dan 'terlihat dengan mata telanjang' sebaiknya tidak dicampur menjadi satu label

tanpa variabel metode. Rekaman citra digital memerlukan pula informasi eksposur, pemrosesan gambar dan standar verifikasi artefak.

$$C = (L_{hilal} - L_{latar}) / L_{latar}$$

2.1.10 Ketidakpastian refraksi pada horizon

Refraksi timbul dari perubahan indeks bias seiring profil suhu dan tekanan atmosfer; efeknya biasanya lebih besar dekat horizon. Nilai ketinggian yang sudah dikoreksi refraksi tidak boleh dicampur dengan tinggi geometris ketika membandingkan kriteria. Model refraksi sederhana menggunakan atmosfer standar, tetapi inversi suhu, lapisan laut yang hangat, atau mirage dapat menghasilkan profil lokal berbeda.

Refraksi bukan bukti langit jernih: hilal tetap dapat gagal diamati akibat ekstingsi dan latar senja yang terang. Suhu permukaan juga tidak mewakili profil atmosfer sepanjang garis pandang.

2.2 Parameter meteorologi dan geografi fisik

2.2.1 Definisi dan prioritas parameter meteorologi

Dalam pengamatan hilal, prioritas pengukuran meteorologi mengikuti kedekatannya dengan jalur pandang. Kondisi pertama yang perlu diketahui ialah apakah sabit mempunyai garis pandang yang terbuka pada azimut dan elevasi prediksinya. Berikutnya ialah kejernihan yang dipengaruhi awan tipis, aerosol, kabut dan hamburan senja. Sesudah itu, suhu, kelembapan relatif, titik embun, tekanan dan angin menjelaskan mekanisme fisis yang melatarbelakangi kejernihan tersebut.

Karena reanalisis umumnya melaporkan rerata atau analisis pada kotak grid, bukan satu sudut arah, tutupan awan total tidak dapat menjadi pengganti foto horizon. Demikian pula RH bukan pengganti aerosol optical depth dan suhu 2 m tidak merangkum struktur refraksi di seluruh atmosfer. Pengambilan sampel hendaknya menggabungkan pengukuran di lokasi dengan data global pada instan pengamatan yang disamakan ke UTC.

Prioritas analisis adalah (a) geometri dan status horizon, (b) opasitas awan terarah dan transparansi optik, (c) meteorologi penjelas, lalu (d) pengalaman saksi dan perangkat. Pendekatan ini menghindari konstruksi skor cuaca berbobot angka tanpa pengujian empiris dan memungkinkan kontribusi tiap kelompok parameter dibandingkan pada sampel independen.

2.2.2 Contoh perhitungan teoretis, bukan prakiraan cuaca

Untuk melatih interpretasi, bandingkan massa udara pada tinggi 5°, 10°, dan 20° dengan formula Kasten–Young pada Subbab 4.2. Semakin rendah objek, massa udara makin besar. Apabila secara ilustratif k = 0,20 magnitudo/massa udara, maka Δm pada tinggi 5° jauh lebih besar daripada pada 20°. Namun nilai k contoh ini tidak mewakili langit Semarang, Sabang, atau lokasi lain; angka aktual hanya dapat diperoleh melalui pengukuran atau model yang dikalibrasi.

2.2.3 Sumber data ERA5, NASA POWER, citra satelit, dan laporan lokal

ERA5 merupakan reanalisis global ECMWF yang menggabungkan observasi dengan pemodelan untuk menghasilkan data atmosfer per jam. Dapat digunakan untuk T2m, Td, tekanan, TCC, LCC, MCC, HCC, presipitasi dan angin dengan pemahaman bahwa nilainya mewakili resolusi grid dan rentang waktu tertentu (Hersbach et al., 2020; dokumentasi ERA5). Ini bukan citra keadaan langit persis saat observasi.

Bagi pengamatan langsung, kombinasi kamera all-sky atau citra sektor barat pada Magrib, data stasiun cuaca lokal, rekaman hasil rukyat dan laporan kualitas instrumen merupakan pembanding independen yang lebih kuat. Data reanalisis masa lalu dan prakiraan hari mendatang harus dibedakan dalam label serta catatan ketidakpastian.

2.2.4 Kerangka gabungan geometri–atmosfer–observasi

Model analisis yang transparan memakai tiga tingkat terpisah. Tahap G (geometri) meliputi sunset dan moonset, tinggi, ARCL, ARCV, DAZ dan W pada definisi yang jelas. Tahap A (atmosfer) meliputi awan sektor barat, AOD/kejernihan, RH, Td, T2m dan hasil pengamatan lokal. Tahap O (observasi) mencatat berhasil/gagal, mata atau optik, waktu dan pengamat. Setiap tahap dapat dilaporkan tanpa menyulap prediksi empiris menjadi keputusan kalender.

Untuk pengujian akademik, cocokkan pengamatan pada waktu aktual, bukan hanya Magrib kalender; masukkan offset menit sejak sunset dan ketinggian Bulan ketika pencarian. Laporkan jumlah data valid, observasi negatif yang benar-benar dilakukan, observasi terhalang total, data hilang, serta kriteria kualitas saksi. Model regresi tanpa pengendalian faktor ini berisiko menghasilkan korelasi geografis semu.

2.2.5 Prediksi empiris, ambang geometris, dan fakta pengamatan

Ambang numerik yang digunakan untuk penanggalan atau klasifikasi geometri tidak dapat diperlakukan sebagai model lengkap penglihatan. Kesimpulan yang bertanggung jawab ialah “memenuhi kondisi yang didefinisikan kriteria”, bukan “pasti terlihat”. Kriteria harus dijelaskan dalam kerangka geosentris atau toposentris, termasuk tinggi refraktif atau geometris, dan dibedakan dari bukti observasi (Odeh, 2004; Doggett dan Schaefer, 1994).

Laporan ilmiah harus memisahkan hasil geometri, kelas prediksi keterlihatan berdasarkan suatu model, indikator cuaca, dan hasil observasi terverifikasi. Informasi yang tidak tersedia diberi label data hilang; angka meteorologi tidak boleh mengisi kekosongan dengan asumsi otomatis bahwa langit cerah.

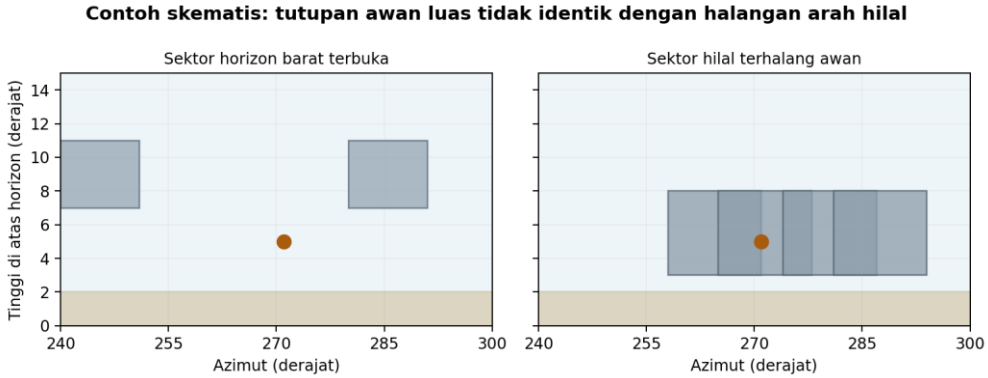
2.2.6 Rancangan validasi ilmiah dan kontrol bias

Uji data terbagi pelatihan dan validasi berbasis peristiwa bulan serta wilayah geografis untuk mengurangi kebocoran informasi; jangan menempatkan pengamatan tetangga pada malam sama ke kedua kelompok tanpa kontrol. Bandingkan kemampuan prediksi model geometri saja, geometri + meteorologi grid, dan geometri + data langit sektor barat. Laporkan sensitivitas, spesifisitas, kalibrasi probabilitas, interval ketidakpastian serta kualitas catatan observasi.

Faktor pengganggu yang perlu dikontrol: distribusi pengamat tidak merata, pengalaman, kemampuan mata, pemilihan alat, akses lokasi, cahaya kota, ketinggian horizon, dan penolakan atau penerimaan laporan. Analisis sekadar mengorelasikan bujur dengan sukses tidak dapat membedakan efek umur Bulan dari efek kualitas observasi bila kedua faktor bergerak bersama.

2.2.7 Kesimpulan khusus kondisi atmosfer dan geografis

Awan pada garis pandang dan ekstingsi atmosfer dekat ufuk merupakan penghambat langsung; kelembapan, suhu, tekanan, dan angin umumnya berperan melalui proses atmosfer atau kondisi optik. Penilaian yang dapat dipertanggungjawabkan memerlukan penggabungan geometri, model cuaca, dan observasi lokal dengan ketidakpastian yang dinyatakan jelas.



Gambar 2.2. Ilustrasi konseptual dua langit dengan tutupan awan parsial: indikator total awan tidak langsung menjawab keterhalangan garis pandang pada azimut dan tinggi hilal.

2.2.8 Tutupan awan, jenis awan, dan opasitas lokal

Tutupan awan menyatakan luas langit yang diproyeksikan tertutup awan, sedangkan opasitas berkaitan dengan besarnya transmisi dan penyerapan cahaya oleh bagian awan. Keduanya tidak selalu berbanding lurus; awan tipis dapat meneruskan sebagian cahaya, tetapi juga memperkuat halo atau mengubah kecerahan latar. Awan konvektif padat dapat menghalangi sabit secara total pada sudut sempit meskipun tutupan awan area yang lebih luas relatif rendah.

Ketika awan bertumpuk, persentase awan rendah, sedang dan tinggi tidak boleh dijumlahkan untuk menghasilkan tutupan total. WMO menegaskan bahwa jumlah fraksi awan berbagai lapisan dapat melebihi jumlah tutupan total karena tumpang tindih. Untuk hilal, foto panorama horizon, interval pencarian, dan informasi gerak awan menjadi pasangan data yang lebih dekat dengan fenomena yang hendak dijelaskan (WMO, International Cloud Atlas).

2.2.9 Aerosol, kabut asap, dan kelembapan sebagai faktor yang saling berinteraksi

Asap kebakaran, partikel polusi kota, debu mineral, dan garam laut mempunyai distribusi ukuran serta komposisi kimia berbeda, sehingga dampaknya terhadap hamburan cahaya tidak dapat digeneralisasi dengan satu koefisien. Partikel higroskopis dapat menyerap air

ketika kelembapan meningkat dan membesar sehingga koefisien hamburnya berubah. Mekanisme ini dijelaskan secara fisika oleh Tang (1996) dan ditinjau secara luas oleh Pöschl (2005).

Kelembapan relatif tinggi belum tentu berarti langit buram, sebab jumlah aerosol dan proses kondensasi mungkin kecil. Sebaliknya, udara berkadar uap air sedang tetapi penuh asap dapat memiliki visibilitas buruk. Agar efeknya dapat dievaluasi, ukur RH bersama suhu, titik embun, visibilitas, aerosol optical depth (AOD), dan bila tersedia komposisi aerosol lokal. Hubungan dipelajari secara interaktif, bukan melalui persamaan linear tunggal RH → peluang rukyat.

2.2.10 Suhu, titik embun dan lapisan batas atmosfer

Suhu udara mengubah tekanan uap jenuh dan berkaitan dengan pembentukan awan atau kabut. Selisih suhu udara dengan titik embun, T − Td, memberi petunjuk seberapa dekat lapisan dekat permukaan menuju kejenuhan; kecilnya selisih adalah syarat yang mendukung kondensasi tetapi bukan kepastian kabut. Kecepatan angin, turbulensi, sumber uap air, dan aerosol inti kondensasi ikut menentukan hasilnya.

Suhu permukaan 2 meter tidak menggambarkan seluruh lapisan atmosfer yang ditembus cahaya hilal. Data profil atau indeks stabilitas dan tinggi lapisan batas akan lebih informatif bagi kajian tingkat lanjut. Analisis cuaca pesisir dan pegunungan perlu memeriksa fenomena inversi yang dapat mengumpulkan aerosol serta menghasilkan lapisan kabut tipis yang tampak tidak jelas pada data grid reanalisis.

Tabel 2.1. Parameter atmosfer, satuan, fungsi, dan batas interpretasi

Parameter	Satuan lazim	Peran utama	Batas interpretasi
TCC	fraksi 0–1 / %	Luas awan pada grid	Bukan probabilitas garis pandang hilal
LCC/MCC/HCC	fraksi 0–1 / %	Informasi lapisan awan	Lapisan dapat bertumpuk
AOD	tak berdimensi	Kedalaman optik aerosol kolom	Tidak sama dengan transmisi dekat horizon
Visibilitas	km	Kejernihan horizontal	Tidak otomatis mewakili kontras senja
RH	%	Kelembapan udara	Efek aerosol bergantung komposisi
T2m, Td	°C	Kondensasi/keadaan termal	Tidak menggambarkan profil vertikal

Parameter	Satuan lazim	Peran utama	Batas interpretasi
Tekanan	hPa	Refraksi/kepadatan udara	Butuh profil atmosfer untuk presisi
Angin	m/s dan °	Gerak awan, stabilitas	Arah awan dapat berubah dengan tinggi
Citra sektor barat	foto/video + waktu	Halangan aktual	Bergantung kalibrasi dan bidang pandang

2.3 Awan, aerosol, dan optika atmosfer lanjut

2.3.1 Dua intensitas yang harus dimodelkan

Sinyal deteksi tidak hanya ditentukan oleh jumlah cahaya dari sabit yang mencapai pengamat. Luminansi latar senja ikut menentukan kontras dan ambang persepsi. Awan tipis dapat mengurangi sinyal tetapi sekaligus meredupkan latar; akibat bersihnya tidak dapat diprediksi dari fraksi tutupan awan saja. Pemodelan radiatif perlu mengukur atau menghitung radiansi terarah pada sudut posisi Bulan.

Faktor optika paling langsung ialah ekstingsi sepanjang garis pandang. Massa udara meningkat sangat cepat saat Bulan rendah: penurunan tinggi beberapa derajat dapat berakibat perubahan transmisi yang jauh lebih besar daripada perubahan tinggi yang sama dekat zenit. Rumus Kasten–Young dapat menjadi pendekatan untuk atmosfer standar, namun di ufuk sebenarnya stratifikasi dan topografi tetap penting.

Kecerahan langit bukan sekadar polusi kota. Saat senja, hamburan molekul Rayleigh dan hamburan aerosol Mie tetap relevan meskipun listrik padam. Jarak sudut terhadap Matahari, spektrum panjang gelombang, dan kondisi aerosol memengaruhi latar yang diamati melalui mata atau kamera.

2.3.2 Tutupan awan total bukan tutupan sektor hilal

ERA5 total cloud cover mengukur fraksi area grid yang tertutup awan menurut model atmosfer. Untuk garis pandang hilal, kondisi yang dibutuhkan adalah opasitas pada azimut dan elevasi yang benar pada rentang waktu pencarian. Awan dengan luas area besar di atas kepala pengamat mungkin sama sekali tidak menutup ufuk barat; sebaliknya awan kecil yang berada tepat di azimut Bulan bisa memutus seluruh kesempatan observasi.

Low, medium, high cloud cover berkaitan dengan lapisan yang berbeda, dan fraksinya tidak dapat dijumlah begitu saja karena overlap vertikal. Bahkan TCC 20% tidak bermakna “80% kemungkinan hilal terlihat”. Probabilitas geometri, jalur cahaya, resolusi grid, tinggi dasar awan dan perpindahan awan semuanya berbeda.

Protokol terbaik menggabungkan kamera sektor barat pada interval beberapa menit dengan laporan lokal dan reanalisis sebagai konteks. Citra kamera dikalibrasi ke azimut/elevasi;

status awan di sekitar sabit dilabeli terpisah dari tutupan total. Jika foto tersedia hanya sebelum sunset, uraikan bahwa awan dapat berubah selama pencarian.

2.3.3 Lapisan awan rendah, menengah, tinggi

Awan rendah kerap mendominasi penutupan ufuk dekat laut atau saat konveksi dan aliran lembap, tetapi jenis awan tinggi yang tampak tembus pandang juga dapat menurunkan kontras sabit. Klasifikasi rendah–menengah–tinggi adalah kelompok ketinggian, bukan otomatis kategori opasitas. Cirrus tipis dan cumulonimbus tebal perlu dianalisis dengan parameter optik berbeda.

Awan berlapis dapat membuat area kecil langit yang bebas terlihat pada foto, namun garis pandang miring ke Bulan dapat menembus beberapa lapis pada jarak jauh. Penutup awan yang seakan berada “di barat” pada peta dua dimensi tidak cukup untuk memutuskan interseksi tiga dimensi. Estimasi ketinggian dasar dan puncak awan serta geometri garis pandang akan memperkecil salah tafsir.

Untuk penelitian lapangan, catat empat skala: oktas keseluruhan, oktas sektor barat, tutupan tepat pada kotak ± beberapa derajat sekeliling Bulan, dan kelas opasitas. Dengan memisahkan skala itu, hubungan prediksi meteorologi dengan observasi menjadi dapat diuji, bukan sekadar kesan umum.

2.3.4 RH, partikel higroskopis dan kabut

Relative humidity atau RH bukan ukuran langsung seberapa banyak foton sabit yang terhambur. RH mengontrol ukuran aerosol yang dapat menyerap air; partikel garam laut dan sulfat bisa tumbuh sehingga luas hamburannya meningkat. Responsnya bergantung komposisi dan sejarah lembap-kering aerosol, sehingga satu koefisien RH tidak sah dipakai untuk semua wilayah.

Di daerah pesisir, aerosol garam bisa tumbuh pada udara lembap; di daerah pedalaman musim kering, debu mineral dapat menurunkan kejernihan meskipun RH lebih rendah. Pada episode kebakaran gambut atau hutan, partikel asap dengan sifat optik berbeda menjadi dominan. Oleh karena itu RH harus dibaca bersama aerosol optical depth, informasi PM dan visibilitas, bukan menggantikannya.

Kabut dekat permukaan dipengaruhi suhu, titik embun, radiasi, turbulensi dan angin. Indikator $T - Td$ yang kecil meningkatkan kewaspadaan terhadap kejenuhan, tetapi bukan diagnosis tunggal adanya kabut. Foto horizontal dan pengukuran jarak pandang tetap diperlukan.

2.3.5 Suhu, tekanan dan bias refraksi

Suhu 2 meter merepresentasikan kondisi dekat permukaan, bukan profil temperatur seluruh kolom optik. Efek pada refraksi ditentukan gradien vertikal indeks bias yang dipengaruhi tekanan, suhu dan komposisi udara. Pada horizon laut dengan inversi suhu, asumsi refraksi standar dapat menyimpang; ini penting terutama saat perbedaan geometri berada dekat ambang.

Pencampuran tinggi geometris, tinggi tampak, dan tinggi setelah koreksi topografi menghasilkan ketidaksebandingan antarpenelitian. Dokumentasi harus menyatakan urutan

perhitungan: dari efemeris geosentris ke toposentris, kemudian ke horizon geometris, lalu penyesuaian refraksi bila diperlukan. Jangan mengkoreksi dua kali parameter yang oleh layanan asal sudah berupa apparent altitude.

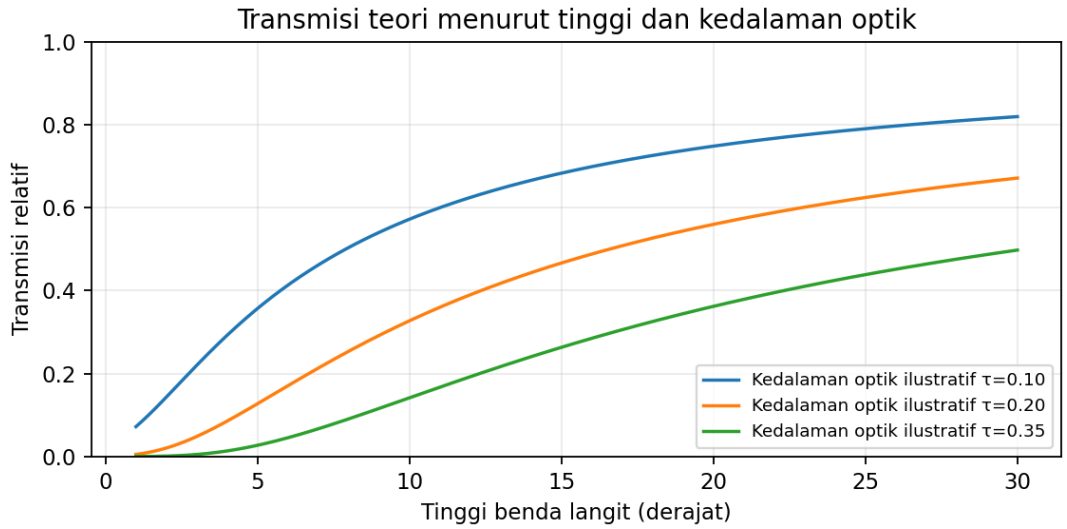
Perubahan temperatur juga memengaruhi instrumen: turbulensi lokal menyebabkan citra bergetar, sedangkan embun pada lensa mengurangi transmisi. Risiko terakhir tidak akan tercatat dalam data reanalisis temperatur; log alat dan pemeriksaan lensa merupakan bagian data pengamatan.

2.3.6 Interaksi aerosol, massa udara dan panjang gelombang

Ekstingsi spektral dapat ditulis $I/I_0 = \exp(-\tau\lambda\, X)$, dengan $\tau\lambda$ kedalaman optik pada panjang gelombang tertentu dan X massa udara. Ini memisahkan sifat atmosfer dari geometri lintasan, tetapi hanya model sederhana bagi medium yang dianggap homogen. Saat tinggi rendah, kelemahan model dan variasi spasial sepanjang garis pandang meningkat.

Pilihan filter merah atau inframerah dekat pada kamera kadang mengubah perbandingan sinyal dengan latar karena spektrum hamburan dan respons sensor. Hasil gambar setelah stacking atau histogram stretching tidak secara langsung ekuivalen dengan penglihatan mata telanjang. Jika tujuan penetapan kategori "naked-eye", dokumentasikan tanpa bantuan gambar dan waktu pencarian mata.

Pengujian sensitivitas perlu mengevaluasi beberapa nilai $\tau\lambda$ yang masuk akal tanpa mengklaimnya sebagai data suatu kota. Grafik berikut sengaja hanya mendemonstrasikan konsekuensi fisik dari asumsi; tidak ada angka AOD kejadian Indonesia yang direkayasa.



Gambar 2.3. Transmisi model Beer–Lambert dengan massa udara Kasten–Young; seluruh kurva bersifat ilustratif dan bukan hasil pengukuran kota tertentu.

Sumber dan status bukti: Kasten & Young (1989), DOI 10.1364/AO.28.004735; Holben dkk. (1998), DOI 10.1016/S0034-4257(98)00031-5; Hersbach dkk. (2020), DOI 10.1002/qj.3803; Crumey (2014), DOI 10.1093/mnras/stu992.

2.4 Atmosfer Indonesia dan variasi regional

2.4.1 Tiga pola hujan dan implikasi rancangan sampling

Klasifikasi Zona Musim BMKG membedakan pola monsunal, ekuatorial dan lokal; normal klimatologis 1991–2020 digunakan sebagai dasar pembaruan. Kategori ini penting karena "bulan dengan peluang awan besar" tidak seragam dari Aceh hingga Papua. Observasi dari Jawa tidak boleh dipakai mewakili iklim Indonesia timur tanpa penjelasan metodologis.

Pada pola monsunal, satu musim hujan dan satu relatif kering menciptakan perubahan kondisi awan yang cukup jelas; pada pola ekuatorial dapat muncul dua puncak hujan; pola lokal dapat berbeda fasenya dari monsun Asia. Dalam penelitian, nama bulan kalender bukan pengganti keadaan awan saat pencarian hilal. Setiap rekaman harus dipasangkan dengan cuaca saat itu.

Rancangan nasional sebaiknya memberi jumlah minimum kejadian dan titik pengamatan untuk tiap tipe Zona Musim. Tujuannya bukan agar semua situs sama banyak tanpa alasan, melainkan agar model tidak hanya belajar kondisi kota yang paling banyak mengirim laporan.

2.4.2 Ufuk maritim, aerosol garam, dan konveksi sore

Wilayah kepulauan menyediakan banyak lokasi berufuk laut terbuka, tetapi laut bukan sinonim langit jernih. Kelembapan tinggi, aerosol garam dan pembentukan awan konvektif pada sore hari dapat berinteraksi. Situs yang menghadap laut terbuka mungkin unggul secara topografi sekaligus menghadapi lapisan kabut laut atau awan rendah pada arah hilal.

Setiap situs pantai sebaiknya mengukur elevasi horizon pada azimut terbenam Bulan; memotret arah barat dari 30 menit sebelum hingga 60 menit setelah sunset; dan mencatat kelembapan serta arah angin. Klaim "horizon bersih" harus dipisah menjadi tidak ada penghalang tanah dan tidak ada penghalang atmosfer.

Perbandingan pesisir dan pegunungan di kabupaten yang sama memberikan eksperimen yang lebih terkendali dibanding membandingkan dua negara pada musim berbeda. Namun altitude, arah horizon, dan lokalitas awan tetap harus menjadi kovariat.

2.4.3 Asap, pencemaran, dan titik lemah pengamatan senja

Aerosol dari pembakaran vegetasi, kebakaran lahan, lalu lintas dan kegiatan industri mengubah hamburan cahaya pada horizon. Pengamatan senja sangat peka karena garis pandang panjang dan sinyal hilal tipis. Indikator kualitas udara PM2.5 sendiri merupakan massa partikel dan tidak identik dengan AOD; keduanya dihubungkan melalui struktur vertikal aerosol yang harus dikaji.

Kejadian kabut asap lintas wilayah dapat membuat lokasi yang biasanya mudah secara geometris menjadi tidak layak secara optik. Data satelit, AERONET, pengukur cahaya dan laporan kualitas udara berguna sebagai bukti pendukung, tetapi metadata waktu dan sensor berbeda. Bila tidak ada pengukuran, jangan menuliskan AOD numerik seolah-olah hasil lapangan.

Kondisi ke arah matahari terbenam sering berbeda dari ke arah zenit. Karena itu pengamatan aerosol/awan berbasis langit atas saja tidak mencukupi untuk mendeteksi penutupan sabit pada ketinggian beberapa derajat.

2.4.4 Jawa, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua

Penyebaran titik pengamatan di enam kawasan pulau besar bukan semata aspek administratif. Pulau, garis pantai, pegunungan, kontinen lokal dan pola angin memengaruhi pembentukan awan sore dan peluang horizon terbuka. Setiap kawasan perlu analisis topografi dan meteorologi yang tidak dicampurkan sebelum memeriksa kondisi mikro.

Di Jawa, kepadatan pengamat membantu rekam observasi berulang tetapi membawa variasi polusi serta penghalang urban. Di pesisir Sumatra, perbedaan arah pantai dan pengaruh monsun perlu ditelaah. Di Kalimantan, episode aerosol dan konveksi dapat menjadi faktor kuat. Di kawasan kepulauan Maluku dan Papua, kompleksitas angin lokal serta topografi menuntut karakterisasi situs khusus.

Setiap uraian regional merupakan dasar pemilihan strata, bukan klaim besaran RH atau persentase awan yang sama sepanjang tahun. Untuk menjadi hasil penelitian, butuh seri data per jam, statistik musiman, dan verifikasi lapangan pada tanggal lunasi tertentu.

Sumber dan status bukti: BMKG, Pemutakhiran Zona Musim 1991–2020 dan buku peta hilal tahunan; Aldrian & Susanto (2003) dijelaskan dalam rujukan klimatologi BMKG; Hersbach dkk. (2020).

BAB 3 KRITERIA VISIBILITAS, SUMBER DATA, DAN PENILAIAN BUKTI

3.1 Model teoretis dan empiris keterlihatan hilal

3.1.1 Sejarah pendekatan geometris dan fisik

Pendekatan awal visibilitas sering memakai umur Bulan, lag terbenam, tinggi atau selisih sudut. Bruin (1977) menunjukkan pentingnya teori terang langit senja dan karakter sabit, kemudian Schaefer (1988) memperkenalkan kerangka yang secara eksplisit mempertimbangkan kejernihan atmosfer dan fisiologi mata. Penelitian Moonwatch oleh Doggett dan Schaefer (1994) memperlihatkan perlunya menguji prediksi terhadap observasi lintas lokasi dan bukan sekadar mencocokkan contoh berhasil.

Model yang lebih kompleks tidak selalu lebih baik jika data masukannya tidak tersedia atau tidak andal. Dengan demikian, pembandingan adil harus mencantumkan tujuan pemakaian, kelas alat, zona iklim dan jumlah pengamatan yang dipakai untuk validasi. Data tidak dapat dibagi secara acak tanpa menghindari observasi saling tergantung pada malam dan lokasi yang sama.

3.1.2 Metode Yallop dan pengertian waktu terbaik pengamatan

Yallop (1997; pembaruan 1998) menyusun metode empiris yang menggunakan geometri sabit untuk memberi kelas potensi keterlihatan serta perkiraan waktu terbaik observasi. Pendekatan ini merupakan referensi penting karena menghindari asumsi bahwa kondisi tepat saat sunset adalah satu-satunya waktu relevan. Namun nilai ambang dan kelasnya merupakan sifat model, bukan pengukuran langsung atmosfer setiap tempat.

Dalam kajian perbandingan, jelaskan apakah ARCV yang dipakai dihitung pada waktu terbaik, apakah lebar sabit dinyatakan dalam satuan menit busur, apakah refraksi diikutkan, dan bagaimana klasifikasi yang dapat dilihat mata atau dengan alat diterjemahkan. Mengubah salah satu definisi tanpa menyebutnya akan menghasilkan label yang tidak sebanding dengan laporan Yallop asli.

3.1.3 Kriteria Odeh dan observasi dengan/tanpa alat

Odeh mengembangkan model empiris berdasarkan 737 laporan pengamatan, termasuk sejumlah besar data dari jaringan pengamatan hilal internasional, dengan menggunakan parameter seperti arc of vision toposentris dan lebar sabit. Model ini membedakan kategori keterlihatan dengan mata dan alat optik. Maknanya ialah kesesuaian statistis dalam ruang fitur tertentu, bukan kepastian fisika untuk setiap lokasi (Odeh, 2004).

Angka sekitar 6,4° yang dibahas dalam konteks batas Danjon versi analisis Odeh bukan ambang universal untuk setiap kondisi langit dan semua definisi pengukuran. Sebuah sabit dengan elongasi lebih besar dapat tidak terlihat akibat cuaca, sedangkan observasi ekstrem membutuhkan evaluasi bukti alat, catatan waktu, dan mutu deteksinya. Nilai angka yang berulang di berbagai aturan tidak selalu memuat makna ilmiah yang sama.

3.1.4 Model Schaefer: optika atmosfer dan fisiologi

Dalam model Schaefer, kemampuan mengamati sabit dikaji melalui cahaya yang sampai dari Bulan, cahaya latar dan ambang deteksi mata. Model ini menggunakan informasi kejernihan atmosfer dari berbagai faktor tempat dan cuaca. Penelitian pada 1988 dan tinjauan 1996 menilai pengaruh kesalahan prediksi berbasis umur atau lag ketika dibandingkan dengan metode lebih lengkap.

Keunggulan teori fisik adalah adanya struktur sebab-akibat yang dapat diuji, tetapi juga memerlukan estimasi parameter lebih banyak. Jika kondisi aerosol, profil atmosfer atau sensitivitas pengamat ditaksir secara kasar, kelebihan model di atas rumus sederhana bisa menyusut. Pelaporan harus mengaitkan hasil klasifikasi dengan asumsi atmosfer yang dipakai (Schaefer, 1988, 1996).

3.1.5 Evaluasi model modern dan perkembangan penelitian 2024

Faid dan rekan-rekan (2024) menerbitkan evaluasi kriteria modern dalam jurnal Icarus menggunakan 8.290 data penampakan hilal dan metode analisis pembandingan. Nilai penting kajian itu ialah menunjukkan kemungkinan revisi kriteria ketika sampel pengamatan lebih luas. Jumlah data besar tidak menghilangkan kebutuhan audit mutu, definisi pengamatan serta sebaran geografis.

Peneliti yang membandingkan model historis harus menghitung metrik yang setara pada dataset sama, menjelaskan observasi ambigu, dan memisahkan data yang tidak independen. Tidak sah menyatakan metode tertentu 'paling benar di dunia' hanya dari kemenangan pada satu subset data, apalagi bila batas klasifikasi sudah dioptimasi menggunakan sampel yang sama dengan sampel pengujian.

3.1.6 Tiga keluaran berbeda: geometri, prediksi, dan hasil nyata

Suatu laporan ilmiah yang kuat sebaiknya menyediakan tiga kolom: nilai geometri terhitung, prediksi kelas visibilitas menurut model dan versinya, serta kenyataan pengamatan bersama mutu kesaksiannya. Jika cuaca tidak diketahui, labelnya 'informasi atmosfer tidak tersedia'. Jika tidak ada observasi, labelnya 'tidak diobservasi'. Kejujuran terhadap data yang tidak ada meningkatkan reliabilitas studi dan mencegah pemakaian prediksi sebagai pengganti bukti.

Dalam rekonstruksi peristiwa lama, data laporan positif dan negatif sering asimetris. Laporan negatif dapat terjadi karena salah target, kurang waktu pencarian, terhalang bukit, atau tidak ada sesi pengamatan. Sebelum menghitung false negative, peneliti harus membuktikan bahwa laporan negatif memang merupakan tes keterlihatan yang memadai.

Tabel 3.1. Perbandingan lingkup beberapa model

Pendekatan	Masukan inti	Kelebihan	Batas utama
Umur Bulan	jam setelah ijtimak	Cepat, mudah diaudit	Tidak memuat geometri horizon/atmosfer

Pendekatan	Masukan inti	Kelebihan	Batas utama
Lag terbenam	selisih moonset–sunset	Menggambarkan jendela waktu	Kualitas sabit/kontras belum termuat
Yallop	parameter geometri sabit	Empiris dengan kelas visibilitas	Ketergantungan data/definisi
Odeh	ARCV toposentris dan lebar sabit	Membedakan bantuan optik	Asumsi kategori observasi
Schaefer	geometri + atmosfer + persepsi	Kerangka fisika terpadu	Perlu banyak masukan terkalibrasi

3.2 Data astronomi dan meteorologi lintas wilayah

3.2.1 ERA5 sebagai reanalisis, bukan foto langit

ERA5 dibuat melalui sistem asimilasi observasi dan model numerik untuk merekonstruksi evolusi atmosfer global. Produk ini penting untuk mempelajari variabilitas meteorologi historis, tetapi nilai per jam pada sel grid tidak setara dengan keadaan mata memandang ke arah hilal pada saat tertentu. Sebuah sel mencakup area fisik, sementara garis pandang dekat horizon melintasi struktur atmosfer yang memanjang secara horizontal (Hersbach dkk., 2020).

Parameter ERA5 yang relevan meliputi total cloud cover, low/medium/high cloud cover, temperatur 2 meter, titik embun 2 meter, tekanan, angin, presipitasi dan parameter radiatif sesuai ketersediaan. Setiap variabel memiliki unit, waktu valid, resolusi serta karakter produk tersendiri. Penggunaan TCC dengan angka 0,70 berarti tutupan awan model sekitar 70% pada sel tersebut; artinya bukan '70% kemungkinan hilal gagal terlihat'.

3.2.2 NASA POWER dan kesesuaian parameter

NASA POWER menyediakan berbagai data meteorologi dan energi surya pada resolusi temporal termasuk per jam. Layanan ini berguna bagi studi eksploratif lintas tempat, namun parameter yang ada berbeda dari ERA5 dan tidak semuanya mengukur awan pada saat serta garis pandang pengamatan. Metadata asal data dan resolusinya harus dibaca sebelum dikonversi ke tabel penelitian (NASA POWER, dokumentasi API).

Layanan per jam dapat membedakan UTC dari local solar time. Waktu Matahari lokal tidak sama secara definisi dengan zona waktu sipil. Untuk memasangkan data meteorologi dengan sunrise/sunset atau peristiwa astronomi, gunakan timestamp yang sudah dikonversi ke UTC dan tulis metode interpolasi bila waktu pengamatan berada di antara jam produk.

3.2.3 AERONET dan indikator aerosol

AERONET merupakan jaringan radiometer Matahari dan langit yang menyediakan karakterisasi optik aerosol termasuk AOD dengan prosedur pengamatan tertentu. AOD bermanfaat untuk memperkirakan keadaan kolom atmosfer, namun pengukuran yang dilakukan pada sudut ketinggian Matahari berbeda harus dinilai dengan hati-hati jika

digunakan untuk menyimpulkan transmisi pada garis pandang hilal sangat rendah (Holben dkk., 1998).

Peta satelit aerosol juga mempunyai persoalan nilai kosong, awan, dan kualitas retrieval. Karena itu nilai AOD sebelum sunset, visibilitas horizontal, citra sektor barat dan informasi sumber asap sebaiknya diperiksa bersama. Penggabungan sumber multi-instrumen tidak menjamin data lebih baik bila definisi fisiknya berbeda.

Tabel 3.2. Sumber data dan fungsi yang dapat dipertanggungjawabkan

Sumber	Jenis	Manfaat	Catatan validasi
Efemeris astronomi	komputasi posisi	tinggi, azimut, sunset, moonset	versi dan definisi koordinat
ERA5 / ECMWF	reanalisis grid	meteorologi historis	bukan pandangan langsung ke ufuk
NASA POWER	produk data meteo/radiasi	analisis lintas lokasi	cek UTC/LST serta sumber unit
AERONET	observasi aerosol	AOD dan parameter optik	waktu dan kualitas retrieval
Stasiun cuaca lokal	observasi titik	T, RH, angin, tekanan	kalibrasi dan eksposur
Kamera horizon	observasi sektoral	awan dan penghalang aktual	kalibrasi azimut/ketinggian

3.2.4 Pemeriksaan satuan, waktu dan tata letak geografis

Data temperatur dalam Kelvin harus dikonversi dengan mengurangi 273,15 untuk menjadi derajat Celsius. Fraksi awan 0–1 dikalikan 100 untuk ditampilkan dalam persen; persen yang sudah tersedia tidak dikalikan lagi. Deklinasi astronomis, lintang geodetik, serta ketinggian astronomis harus menggunakan satuan eksplisit. Kesalahan sederhana pada unit dapat menimbulkan korelasi yang sepenuhnya palsu.

Jarak grid dan skala temporal cuaca tidak boleh disamakan dengan resolusi perhitungan efemeris. Perhitungan geometri satu menit dapat sangat presisi walaupun data awan hanya tersedia per jam dan resolusi puluhan kilometer. Laporkan keduanya secara terpisah; penggunaan interpolasi lebih rapat tidak menciptakan informasi meteorologi baru.

3.2.5 Arah barat dan pengamatan spasial yang relevan

Horizon pengamatan sebaiknya direkam dalam sektor azimut Bulan sepanjang periode pencarian, bukan seluruh kubah langit saja. Kamera berkalibrasi dapat menghasilkan mask awan sektoral, horizon topografi, serta perkembangan awan dari menit ke menit. Walaupun pengukuran sektoral lebih relevan, masalah kalibrasi kamera, pendar cahaya senja, threshold segmentasi dan pembauran awan tipis tetap menuntut pemeriksaan manusia.

3.3 Pembacaan kritis data hilal global

3.3.1 Tiga lapisan yang tidak boleh dicampur

Lapisan pertama adalah keadaan geometri yang bisa dihitung dari efemeris: ijtimak, posisi toposentris, azimut, tinggi, separasi sudut dan selang moonset. Lapisan kedua merupakan prediksi keterlihatan oleh model empiris; setiap kelas mempunyai domain pelatihan dan asumsi tentang langit maupun instrumen. Lapisan ketiga adalah laporan observasi, baik positif, negatif, gagal karena awan, tidak dicari, maupun hasil pemrosesan kamera. Mengubah salah satunya menjadi lapisan lain tanpa penjelasan menimbulkan kesalahan logika.

Contoh penting ialah laporan ICOP yang memakai tanda kategori “Seen”, “Not Seen”, “Photographed”, atau “Seen by others”. Kategori di laman bukan otomatis variabel biner yang siap dianalisis: kolom alat dapat menunjukkan “not sought”, kondisi langit diuraikan secara bebas, sementara keterangan naratif kadang tidak sejalan dengan header. Karena itu proses kurasi harus membandingkan tanggal, jenis sabit (waxing/waning), status sebelum/sesudah sunset, lokasi dan teks laporan.

Data resmi penanggalan mempunyai objek berbeda: ia menunjukkan keputusan administrasi atau otoritas pada tanggal tertentu, bukan validasi otomatis atas setiap observasi individu. Satu kejadian geometri dapat diikuti tanggal awal bulan yang berlainan karena aturan penerimaan kesaksian, prosedur, kriteria penanggalan atau cakupan wilayah berbeda. Buku ini tidak menggunakan keputusan kalender sebagai label target bagi model penglihatan.

3.3.2 ICOP sebagai arsip laporan berjenjang

Islamic Crescents Observation Project (ICOP), yang dipelihara International Astronomical Center, berdiri pada 1998 dan menerbitkan arsip per bulan Hijriah; laman resminya menyediakan peta prediksi, catatan peserta dan tanggal resmi beberapa negara. Ini sumber berharga untuk lintas geografis, tetapi tidak sama dengan sampel acak seluruh lokasi dunia. Lokasi dengan komunitas pengamat aktif lebih mungkin memiliki laporan; lokasi terpencil yang gagal melihat mungkin tidak masuk arsip.

Dalam pengodean ilmiah, petik fakta yang benar-benar disebut: misalnya nama kota, waktu pengamatan, awan, kejernihan, mata telanjang, binokular, teleskop, atau CCD. Pertahankan kata “tidak dicari” sebagai tidak diketahui, bukan tidak terlihat. Pertahankan ketidakcocokan antara header dan narasi sebagai flag audit, jangan menentukan pemenang dengan menebak. Catat URL halaman bulan dan tanggal unduh agar pembaruan arsip bisa diketahui.

Untuk mengukur pengaruh lintang dan bujur, catatan ICOP perlu dipasangkan dengan data efemeris yang dihitung ulang dengan waktu dan definisi seragam. Tanpa pasangan itu, ketergantungan yang tampak bisa didorong oleh perubahan cuaca dan frekuensi laporan, bukan geometri. Hal yang sama berlaku ketika dua negara pada bujur berjauhan dibandingkan hanya memakai status “Seen”.

3.3.3 MoonCalc dan timeanddate: kalkulator posisi, bukan saksi

MoonCalc menyediakan visualisasi lintasan Bulan, sudut tinggi dan azimut, fase, jarak, serta waktu moonrise dan moonset untuk koordinat dan tanggal yang dipilih. Informasi tersebut berguna untuk membuat lembar kerja geometri atau mencocokkan arah pencarian alat. Namun tampilan lintasan dan fraksi iluminasi tidak memasukkan secara otomatis keadaan awan nyata, aerosol lokal, kualitas mata, dan pemrosesan citra; hasilnya bukan pengamatan hilal.

Timeanddate menyediakan tabel peristiwa Bulan dan Matahari, fase serta jam lokal dan keterangan konvensi refraksi. Untuk penelitian global, catat zona waktu dan hari sipil setempat, kemudian simpan instan yang setara dalam UTC. Jangan membandingkan misalnya kolom moonset Jakarta pada tanggal 10 dengan sunset London pada tanggal 10 tanpa memastikan epoch observasi sesungguhnya.

Kedua situs baik sebagai pembanding audit cepat. Sumber utama komputasi hendaknya efemeris numerik dengan definisi yang terdokumentasi. Selisih menit antara dua layanan dapat muncul dari elevasi pengamat, profil horizon, definisi pusat atau tepi cakram, koreksi refraksi, maupun konfigurasi lokasi. Selisih itu adalah bahan penelusuran metodologis, bukan bukti satu layanan keliru.

3.3.4 BMKG, pengamatan Indonesia dan sumber meteorologi

BMKG menerbitkan prakiraan hilal pada saat Matahari terbenam dengan peta tinggi, elongasi, umur Bulan, lag, fraksi iluminasi dan data kota untuk peristiwa Ramadan, Syawal dan Zulhijah. Buku peta tahunan BMKG memberi kerangka spasial Indonesia, sedangkan rilis bulanan berguna untuk mengenali peristiwa spesifik. Hasil tersebut harus dipisah dari laporan rukyat dan dari keadaan cuaca di titik pengamatan.

Ketika prakiraan astronomi dipadukan dengan cuaca, gunakan data observasi stasiun, kamera horizon barat, serta bila diperlukan data reanalisis ERA5 dan hasil penginderaan jauh. Reanalisis menyediakan medan meteorologi pada grid dan interval waktu; ia bukan foto awan tepat di depan sabit. Persentase tutupan awan grid bukan probabilitas bersih bahwa piksel seukuran sabit tertutup pada detik pencarian.

Data Indonesia memerlukan stratifikasi karena pola hujan monsunal, ekuatorial dan lokal berbeda. Menyebut “musim hujan Indonesia” untuk semua pulau pada bulan yang sama dapat menyembunyikan heterogenitas besar. Informasi Zona Musim BMKG membantu merancang strata, tetapi tidak menggantikan pengukuran cuaca aktual saat hilal dibidik.

3.3.5 Hirarki bukti dan pengendalian salah klasifikasi

Urutan kerja yang disarankan: identifikasi catatan primer; cocokkan waktu dan metadata; beri label alat; evaluasi kualitas horizon; lihat apakah kondisi meteorologi tercatat pada azimut dan elevasi objek; kemudian hitung kembali parameter astronomi. Jika catatan tertulis “langit total berawan”, hasil negatif adalah kegagalan kesempatan pengamatan, bukan bukti terhadap model yang mengatakan geometri memungkinkan.

Penelitian perlu membedakan observasi positif yang terverifikasi, observasi negatif dengan pencarian memadai, observasi terhalang, observasi tidak dilakukan dan ketidakjelasan klasifikasi. Bahkan setelah audit, pelaporan mata telanjang dan CCD harus memiliki target

model yang berbeda. Dengan pendekatan ini, jumlah sampel efektif boleh lebih kecil, tetapi lebih bermakna daripada kumpulan angka besar yang mencampur kondisi berbeda.

Untuk menghindari kecurigaan audit disesuaikan dengan kesimpulan, pengodean dilakukan buta terhadap skor model bila memungkinkan. Simpan versi data mentah, hasil kurasi, alasan eksklusi, nama pengode, dan aturan praregistrasi. Tidak ada angka sukses global yang pantas diklaim dari sekumpulan contoh kasus terpilih secara sengaja.

Sumber dan status bukti: ICOP https://astronomycenter.net/icop.html?l=en; BMKG https://www.bmkg.go.id/tanda-waktu/peta-ketinggian-hilal; MoonCalc https://www.mooncalc.org/; timeanddate https://www.timeanddate.com/; Doggett & Schaefer (1994).

3.4 Perangkat data, metadata, dan batas penggunaan

3.4.1 Matriks sumber dan batas penggunaannya

Kelima kelas sumber tidak saling menggantikan. ICOP menyimpan laporan pengamat dan peta prediksi; BMKG menyajikan informasi posisi Bulan–Matahari untuk Indonesia; MoonCalc serta timeanddate menyediakan kalkulator publik dan waktu peristiwa; ERA5 adalah reanalisis atmosfer; NASA POWER menyediakan parameter meteorologi/radiasi berbasis integrasi sumber; AERONET adalah jejaring pengamatan aerosol. Harmonisasi memerlukan penyamaan koordinat, timestamp, resolusi, definisi dan status bukti.

Buku ini tidak menyatakan telah mengunduh suatu dataset ERA5 historis lengkap atau menghitung korelasi 20 tahun. Tautan dan skema akses digunakan untuk metode yang dapat direplikasi. Hasil observasi nyata hanya dinyatakan ketika ada laporan primer yang secara spesifik ditemukan dan dicantumkan URL peristiwa.

3.4.2 Contoh metadata yang harus disimpan

Data sumber wajib memuat waktu pengambilan/akses, judul dataset, versi, satuan dan konvensi missing value. Untuk ERA5 cloud cover biasanya satuan fraksi 0–1, sedangkan suhu 2 m dalam K dan tekanan dalam Pa; untuk pemaparan mudah baca, ubah dengan jelas menjadi derajat Celsius dan hPa. Jangan menyamakan rata-rata per jam dengan snapshot detik pengamatan.

Untuk MoonCalc atau timeanddate, simpan tautan beserta koordinat dan tanggal yang dipakai, tangkapan layar atau ekspor waktu, serta aturan penerapan DST. Untuk BMKG, simpan judul publikasi rilis dan bagian “data kota”; untuk ICOP, arsipkan halaman lunasi, teks observasi, dan lampiran foto yang tersedia. Skema tersebut membantu audit lintas peneliti.

Sumber	Yang dinyatakan dapat diperoleh	Bukan bukti otomatis
ICOP	laporan dan kelas prediksi bulanan	acak/representatif global
BMKG	peta tinggi, elongasi, lag, data kota	pengamatan sukses

Sumber	Yang dinyatakan dapat diperoleh	Bukan bukti otomatis
MoonCalc	lintasan, fase, posisi dan moonset	kualitas langit lokal
timeanddate	peristiwa Bulan, sunset, zona waktu	hasil rukyat
ERA5	medan atmosfer pada grid dan waktu	foto langit pada azimut Bulan
NASA POWER	seri meteorologi/radiasi dengan cakupan yang didokumentasikan	pengukuran mikro setempat
AERONET	pengukuran properti aerosol di situs jejaring	τ horizontal tepat ke ufuk

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop.html?l=en; https://www.bmkg.go.id/tanda-waktu/peta-ketinggian-hilal; https://www.mooncalc.org/; https://www.timeanddate.com/; https://cds.climate.copernicus.eu/; https://power.larc.nasa.gov/; https://aeronet.gsfc.nasa.gov/

BAB 4 METODOLOGI RISET, PROTOKOL OBSERVASI, DAN LATIHAN ANALISIS

4.1 Rancangan penelitian dan analisis statistik

4.1.1 Unit sampel, desain multisitus, dan keseimbangan waktu

Satu rekaman ideal berisi ID peristiwa konjungsi, lokasi, waktu awal dan akhir pencarian, geometri per menit, kondisi atmosfer, instrumen, pengamat, serta kategori hasil. Pengukuran berulang selama satu malam tidak independen penuh; laporan dari lokasi yang berdekatan dapat berbagi sistem awan yang sama. Statistik yang memperlakukan semua frame kamera sebagai pengamatan independen akan menghasilkan interval kepercayaan terlalu sempit.

Desain multisitus perlu mencakup lintang rendah, sedang dan tinggi; bujur timur dan barat; pesisir, dataran tinggi, perkotaan, dan kawasan polusi beragam. Pemilihan malam harus mencakup konfigurasi menguntungkan dan tidak menguntungkan sehingga dataset tidak dipenuhi kasus 'pasti terlihat' yang kurang menguji kriteria.

4.1.2 Membedakan pengamatan negatif, gagal dan hilang

Hasil observasi paling sedikit dapat dikodekan POSITIF_TERVERIFIKASI, NEGATIF_VALID, TERHALANG_CUACA, TERHALANG_HORIZON, TIDAK_DIOBSERVASI dan BELUM_TERVERIFIKASI. Kategori 'tidak ada hilal' hanya sesuai bagi NEGATIF_VALID setelah sesi memadai, bukan untuk awan total atau ketiadaan pengamat. Jika tidak dipisah, model cuaca dapat tampak memiliki skill tinggi semata-mata karena awan dilabeli sebagai kegagalan astronomis.

Data yang tidak tersedia perlu dilaporkan secara eksplisit dalam statistik missingness. Model yang menggunakan imputasi data cuaca harus menjelaskan prosedur dan memeriksa sensitivitasnya. Pembersihan dataset dilakukan sebelum membagi pelatihan dan uji untuk mencegah kebocoran informasi.

4.1.3 Model dasar, model atmosfer dan model lengkap

Bandingkan secara bertahap model A (umur Bulan dan/atau geometri dasar), model B (fitur geometri lengkap), model C (geometri ditambah meteorologi grid) dan model D (geometri, meteorologi, citra sektor hilal dan karakteristik pengamat). Penambahan fitur dianggap bermakna jika meningkatkan performa pada data uji yang tidak digunakan untuk memilih parameter, bukan hanya menaikkan kecocokan model pada data pelatihan.

Pengaruh geografis yang masih tertinggal setelah parameter geometri dimasukkan dapat diuji melalui efek acak lokasi, wilayah, atau koefisien lintang dan bujur dalam model hierarkis. Jangan menambahkan lokasi dan semua komponen geometri yang merupakan fungsi dari lokasi lalu menyimpulkan koefisien koordinat kecil berarti geografi tidak penting; mediasi dan kolinearitas perlu dijelaskan.

4.1.4 Metrik klasifikasi dan kalibrasi

Sensitivitas mengukur bagian laporan positif yang berhasil diprediksi positif; spesifisitas mengukur bagian laporan negatif valid yang diprediksi negatif. Keduanya harus dihitung di antara kasus yang memang memenuhi kriteria verifikasi. Precision bergantung pada prevalensi positif, sehingga perubahan komposisi sampel dapat mengubah angka meskipun model sama.

Untuk prediksi probabilitas, laporkan Brier score, kurva kalibrasi, dan ketidakpastian; untuk skor kontinu dapat ditambahkan AUC. Probabilitas 0,80 harus mengindikasikan sekitar delapan dari sepuluh kasus sebanding berhasil, setelah kalibrasi yang memadai. Label kelas Yallop atau Odeh bukan probabilitas terkalibrasi otomatis; mengubahnya menjadi angka persen membutuhkan data tambahan.

$$\textbf{Sensitivitas} = TP / (TP + FN)$$

$$\textbf{Spesifisitas} = TN / (TN + FP)$$

$$\textbf{Brier score} = \text{rerata}[(p_i - y_i)^2]$$

4.1.5 Validasi terpisah berdasarkan waktu dan lokasi

Pemisahan acak per baris dapat menempatkan laporan dari malam dan awan yang sama di set pelatihan dan uji. Lebih kuat bila validasi dilakukan dengan 'leave-one-lunation-out', 'leave-one-site-out', atau pemisahan wilayah dan tahun. Data yang dipakai untuk menentukan ambang optimal tidak boleh dipakai lagi sebagai bukti independen yang menegaskan nilai ambang itu.

Ketidakpastian metrik dapat diperkirakan dengan bootstrap berkelompok per lunasi atau situs, sehingga korelasi internal lebih dihormati. Performa model disajikan per musim, jenis instrumen, lintang dan kualitas langit untuk melihat apakah skill keseluruhan menyembunyikan kegagalan pada subkelompok tertentu.

4.1.6 Analisis kausal, korelasi, dan keterbatasan inferensi

Pertanyaan apakah lintang 'berpengaruh erat' dapat dijawab dengan dua ukuran berbeda. Secara matematis, φ muncul langsung dalam persamaan tinggi sehingga hubungan geometrinya kuat dan dapat diturunkan. Secara empiris, keeratan antara lintang dan biner terlihat ditaksir melalui risiko relatif, koefisien regresi, atau skill prediksi setelah pengendalian kovariat. Tanpa menyatakan outcome serta kondisi kontrol, kata 'erat' tidak mempunyai satu nilai numerik yang universal.

Kenaikan koefisien RH dalam model prediksi belum membuktikan bahwa RH secara langsung meredupkan Bulan, karena RH berkorelasi dengan pembentukan kabut dan aerosol basah. Peneliti harus membedakan faktor sebab, mediator, confounder dan indikator pengganti. Pengaruh interaksi seperti RH×AOD atau awan×tinggi hilal dapat lebih informatif daripada menilai masing-masing secara terisolasi.

4.2 Protokol observasi dan pengendalian mutu

4.2.1 Persiapan lokasi dan peta horizon

Pilih lokasi dengan identitas koordinat geodetik dan elevasi yang dapat diuji. Ukur profil horizon pada sektor azimut Bulan dengan teodolit, kamera terkalibrasi atau pendekatan geometri topografi, serta identifikasi hambatan lokal yang dapat berubah seperti bangunan atau vegetasi. Catat kualitas kejelasan garis horizon karena laut, kabut, dan bangunan jauh memiliki pola refraksi serta keterlihatan berbeda.

Dalam penentuan waktu, sinkronkan jam perangkat dengan standar yang terdokumentasi, periksa sudut orientasi kamera/teleskop dan tentukan kapan Matahari benar-benar terbenam dengan definisi yang konsisten. Kegiatan praktikum sebaiknya memasukkan uji arah azimut dengan objek langit yang mudah diamati sebelum observasi utama.

4.2.2 Rekam cuaca dan keadaan langit sektoral

Rekam tutupan awan total dan sektor hilal secara terpisah, jenis awan jika dapat diidentifikasi, arah geraknya, RH, suhu, titik embun, tekanan dan visibilitas. Interval 5–10 menit dapat digunakan sebagai rencana kerja umum, namun pengamatan berubah cepat memerlukan interval lebih rapat. Tandai setiap pembacaan berasal dari alat langsung, pengamat visual, model cuaca, atau reanalisis setelah acara.

Jika awan menutup arah Bulan sepanjang sesi, pengamat mencatat 'terhalang awan' alih-alih memberi hasil negatif visual yang valid. Jika hilal dapat disaksikan sebagian selama jeda awan, catat waktu awal–akhir bukaan awan dan perubahan geometri. Pemisahan ini penting untuk menguji peran meteorologi tanpa mencampur jendela kesempatan dan kemampuan melihat.

4.2.3 Observasi mata, teleskop, dan citra digital

Sebelum waktu prediksi, pastikan seluruh instrumen telah diarahkan dengan benar. Untuk observasi mata, waktu adaptasi, pengalaman, gangguan pantulan cahaya dan keterlibatan lebih dari satu pengamat dapat memengaruhi keandalan kesaksian. Untuk alat optik, catat apertur, pembesaran, panjang fokus, filter, bidang pandang, dan metode pelacakan.

Untuk dokumentasi digital, arsipkan file mentah beserta EXIF atau metadata waktu, nilai eksposur, white balance, pemrosesan, identitas kamera dan prosedur deteksi. Artefak algoritma peningkatan kontras atau garis tipis dari tepian awan dapat menyerupai sabit. Verifikasi sebaiknya mempertimbangkan posisi geometris, bentuk kelengkungan, persistensi antarcitra dan penilai independen.

4.2.4 Pemeriksaan silang dan audit bukti pengamatan

Laporan positif diperiksa terhadap ephemeris, waktu, azimut, tinggi, instrumen dan dokumentasi meteorologi; hasil harus mampu menjawab apakah benda yang terlihat konsisten dengan posisi Bulan. Kesaksian yang tidak dapat diarsipkan masih dapat disimpan sebagai laporan historis, tetapi kelas evidensinya harus dibedakan dari rekaman instrumen yang dapat diaudit.

Laporan negatif memerlukan bukti bahwa upaya observasi cukup dan kondisi geometri memungkinkan. Pengamat perlu mencatat apakah gangguan berasal dari awan, kesalahan pelacakan, jendela waktu pendek, atau hilal diperkirakan terlalu redup. Data kosong tidak diganti dengan angka nol karena tindakan itu mengubah basis ilmiah penghitungan probabilitas.

4.2.5 Tata kelola data dan keterulangan

Simpan data asli, dataset olahan, skema variabel, log perubahan, skrip analisis dan referensi versi produk. Untuk laporan multisitus, pakai identitas lokasi dan waktu seragam; rekam setiap perubahan penilaian dari 'belum diverifikasi' menjadi 'valid' disertai alasan. Tanpa jejak perubahan, penghitungan ulang bisa tidak dapat direplikasi.

Privasi pengamat, keamanan lokasi dan izin pengambilan gambar dihormati; informasi pribadi dapat disamarkan tanpa menghilangkan variabel yang relevan secara ilmiah. Data umum untuk audit sebaiknya berisi koordinat dengan presisi seperlunya, metrik instrumen, dan bukti observasi yang sah dibagikan.

Tabel 4.1. Format ringkas satu laporan observasi

Kelompok	Isi minimum yang direkam
Identitas	ID lunasi, ID lokasi, tanggal UTC, penanggung jawab data
Geografi	φ, λ, elevasi, profil horizon, azimut Bulan
Geometri	sunset, moonset, ARCL, ARCV, DAZ, W, tinggi Bulan
Meteorologi	T, Td, RH, arah dan fraksi awan sektor, tekanan, aerosol bila ada
Observasi	waktu pencarian, metode mata/teleskop, instrumen, hasil/status
Validasi	file mentah atau log, pemeriksa, alasan diterima/ditolak

4.3 Studi ilustratif dan latihan perhitungan

4.3.1 Beda bujur dan selisih waktu Matahari lokal

Dua lokasi pada meridian $\lambda_1 = 90°$ BT dan $\lambda_2 = 120°$ BT memiliki beda bujur 30°. Perkiraan selisih waktu Matahari lokal ialah 30°/15° per jam = 2 jam. Angka ini mendemonstrasikan rotasi Bumi, bukan perbedaan dua waktu sunset UTC yang pasti persis 120 menit; lintang, persamaan waktu, horizon dan definisi terbenam harus diperhitungkan untuk sunset aktual.

Kasus lain: dua titik memiliki bujur sama tetapi lintang +35° dan −35°. Kecepatan pergantian sudut jam tidak cukup untuk menyamakan kondisi hilal, karena proyeksi gerak Bulan dan Matahari pada horizon berbeda. Oleh sebab itu analisis geometri harus memakai

kedua koordinat dan tidak mengklasifikasikan 'wilayah barat lebih baik' tanpa tanggal serta musim.

$$\Delta t_{solar} \approx \Delta\lambda / (15^\circ \text{ per jam})$$

4.3.2 Air mass dan transmisi ilustratif

Gunakan pendekatan Kasten–Young dengan ketinggian tampak h = 5°, 10°, dan 20°. Untuk contoh model ekstingsi, anggap koefisien pengurangan terang k = 0,20 magnitudo per massa udara, suatu angka hipotetis untuk latihan. Dengan demikian Δm = kX dan T = 10^(−0,4 Δm). Nilai k bukan hasil pengukuran dan tidak boleh dianggap mewakili situs tertentu.

Angka yang dihasilkan menunjukkan betapa sensitif transmisi terhadap tinggi sangat rendah. Tetapi perbandingan ilmiah keterlihatan tetap memerlukan terang langit latar dan karakter sabit. Transmisi tinggi yang lebih besar belum tentu menghasilkan kesaksian jika Bulan sudah terlalu rendah atau awan menutup garis pandang.

$$X \approx 1 / [\sin h + 0{,}50572 \cdot (h + 6{,}07995)^{(-1{,}6364)}]$$

$$\Delta m = k \cdot X \; ; \; T = 10^{(-0{,}4\,\Delta m)}$$

Tabel 4.2. Contoh hipotetis massa udara dan transmisi

Tinggi h	Massa udara X	Redaman Δm	Transmisi T
5°	10.31	2.06	0.150
10°	5.59	1.12	0.357
20°	2.90	0.58	0.586

4.3.3 Perbandingan tutupan awan dan arah hilal

Bayangkan dua langit pada senja yang sama-sama memiliki tutupan awan model 40%. Pada langit A, awan terkumpul di selatan-barat dan sektor azimut 270° relatif terbuka. Pada langit B, awan menumpuk persis di 270° pada tinggi 3°–8°. Jika sabit berada di sekitar azimut 270° dan tinggi 5°, keadaan B lebih mungkin terhalang meskipun TCC identik. Ini ilustrasi geometri garis pandang, bukan peluang meteorologi yang dihitung.

Kebalikan juga mungkin: awan tinggi tipis pada sektor target masih melewatkan cahaya sehingga kemampuan deteksi bergantung opasitas, kecerahan latar, serta instrumen. Karena itu perlakuan TCC sebagai fitur tunggal sebaiknya diganti dengan kombinasi TCC, awan sektoral dan faktor kualitas optik yang memiliki bukti observasi.

4.3.4 Ilustrasi interpretasi T − Td

Apabila suhu udara 26°C dan titik embun 25°C, maka selisihnya 1°C; udara dekat permukaan berada dekat kejenuhan. Jika di lokasi kedua suhu 29°C dan titik embun 20°C, selisihnya 9°C; kemungkinan kejenuhan dekat permukaan lebih kecil, dengan asumsi faktor lain sebanding. Kedua kondisi tidak otomatis menentukan kategori rukyat karena aerosol, gerak udara, jenis awan dan keadaan lapisan lebih tinggi tidak diberikan.

Selisih suhu-titik embun dapat dijadikan kandidat fitur model, kemudian diuji hubungannya dengan pengamatan valid. Pemilihan nilai batas kondensasi untuk semua wilayah harus ditolak tanpa pengujian lokal atau fisika tambahan.

4.3.5 Ilustrasi bias sampel geografis

Misalkan 100 laporan dari lokasi pesisir terdiri atas 70 pengamatan positif dan 30 negatif valid, sedangkan 100 laporan dari kota pegunungan terdiri atas 40 positif dan 60 negatif valid. Perbedaan raw rate ialah 70% versus 40%. Angka ini hanya ilustrasi pembelajaran: tanpa mencocokkan umur Bulan, instrumen, musim, kondisi awan dan intensitas pencarian, tidak sah menyatakan pesisir intrinsik lebih menguntungkan sebesar 30 poin persentase.

Penelitian nyata harus melakukan pencocokan variabel geometri, menggunakan model hierarkis atau stratifikasi, lalu memeriksa apakah selisih masih bertahan pada tahun dan lunasi yang tidak ikut melatih model. Contoh ini menunjukkan keterbatasan korelasi geografis sebagai dasar interpretasi sebab-akibat.

4.3.6 Menerjemahkan skor model menjadi komunikasi risiko

Ketika suatu model memberikan kelas 'mungkin terlihat', penyaji data wajib menambahkan definisi kelas tersebut, instrumen yang dirujuk dan kondisi meteorologi yang diasumsikan. Jangan mengubah klasifikasi menjadi 'peluang 80%' tanpa studi kalibrasi. Sebaliknya hasil 'tidak mungkin terlihat' pada kondisi teoritis tertentu tetap dibedakan dari laporan lapangan yang mungkin memiliki karakter cuaca atau instrumen berbeda.

Peta prediksi sebaiknya terdiri atas peta geometri, peta kondisi atmosfer, dan titik hasil observasi yang diaudit, bukan satu peta yang menghilangkan segala sumber ketidakpastian. Garis batas pada peta merupakan keluaran algoritma pada tanggal serta definisi tertentu, bukan batas alam yang tidak berubah.

4.4 Rancangan atlas ilmiah multisitus

Atlas berikut adalah rancangan komparasi astronomi–meteorologi, bukan arsip pengamatan yang belum dilakukan. Tidak ada nilai tutupan awan, suhu atau kelembapan numerik fiktif yang dimasukkan. Profil lokasi bertujuan memberi alasan ilmiah mengapa wilayah tersebut harus dikaji, sumber data yang harus diambil, pengganggu yang mesti dikendalikan dan perbandingan yang secara metodologis layak. Koordinat hanya ditampilkan sebagai rentang/kategori geografis dan perlu diukur lagi pada stasiun spesifik.

4.4.1 Strategi penetapan unit penelitian

Unit utama adalah lokasi–lunasi–waktu pencarian–metode alat. Satu lokasi bisa mempunyai beberapa pengamat dan kamera, tetapi bukan otomatis pengulangan independen. Setiap target diarsipkan dengan timestamp awal/akhir pencarian; observasi yang terganggu awan total tidak digabung ke observasi negatif langit jernih.

Pilih stasiun yang menyebar lintang, bujur dan tipe iklim, sekaligus beberapa pasangan dekat dalam radius cuaca sebanding. Desain ini memberi pembanding kausal lebih informatif daripada hanya memaksimalkan cakupan benua. Pastikan ada perwakilan

lintang tinggi dan kawasan batas tanggal internasional, meskipun kejadian sunset abnormal membuat label observasi khusus.

4.4.2 Penentuan peta horizon dan perubahan keadaan langit

Setiap stasiun membuat profil elevasi horizon per azimut dengan resolusi memadai, foto panorama dan deskripsi penghalang. Pada malam observasi, kamera sektor barat direkam beberapa kali agar awan yang bergerak tidak disederhanakan menjadi satu angka oktas. Data ERA5 dan satelit dikaitkan dengan lokasi dan jam setelah pengamatan, bukan mengambil rata-rata harian.

Dua kategori iklim yang tampak sama, misalnya dua pantai tropis, dapat berbeda pada pengaruh angin darat, aerosol transportasi, dan pembentukan konveksi. Karena itu semua analisis menyertakan lokasi fixed effects atau karakter medan yang tercatat. Penjelasan site-specific di bab berikut merupakan hipotesis yang wajib diuji.

BAB 5 STUDI KASUS PENGAMATAN HILAL BERDASARKAN ARSIP ICOP

5.1 Ruang lingkup, sumber, dan indeks kasus ICOP

Pada bab ini kata “terlihat” atau “tidak terlihat” merujuk pada laporan yang tertera di halaman arsip ICOP, bukan verifikasi ulang oleh penulis. Rekap sengaja tidak memberikan probabilitas populasi dari kasus yang dipilih. Metadata yang tidak tercantum diberi label “belum tercatat dalam ringkasan”, tidak direka. Sebagian halaman ICOP mempunyai header dan narasi yang tidak selalu konsisten; status seperti itu dijelaskan sebagai catatan audit.

5.1.1 Indeks analisis

Kasus	Kontras bukti	Kasus	Kontras bukti
5.2.1	Surakarta: awan total	5.4.1	Maroko: positif
5.2.2	Iran: langit cerah, gagal	5.4.2	Abha: celah awan
5.2.3	Surakarta: siang/larut	5.5.1	Indonesia: Syawal
5.3.1	Surakarta: Rajab	5.5.2	India: positif
5.3.2	Perth: lag/elongasi	5.5.3	Surakarta: positif
5.3.3	Medan: positif	5.5.4	Ngawi: positif
5.3.4	Surakarta: negatif	5.5.5	Bolton: lag negatif
5.3.5	Dhaka: positif	5.5.6	Ponorogo: CCD
5.3.6	Munich: CCD siang		

5.2 Laporan Indonesia dan Asia tahun 2024

5.2.1 Surakarta, 8 Mei 2024; hilal Zulkaidah 1445 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Sukoharjo/Surakarta, Indonesia
Tanggal/periode	2024-05-08
Hasil arsip	hilal tidak terlihat; langit dilaporkan sangat berawan
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Keadaan ini terutama menilai kesempatan observasi lokal: awan penuh membuat hasil negatif tidak dapat langsung menentang prediksi geometri. Bandingkan dengan catatan Iran pada halaman yang sama yang menyebut langit cerah tetapi binokular gagal mendeteksi hilal. Kedua kelas negatif berasal dari mekanisme berbeda.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/kea45.html?l=en — Report setelah sunset; arsip ICOP memuat catatan Sukoharjo dan Shahreza Iran.

5.2.2 Shahreza, Iran, 8 Mei 2024

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Shahreza, Isfahan, Iran
Tanggal/periode	2024-05-08
Hasil arsip	laporan pengamat: langit cerah, binokular 15×70 tidak mendeteksi
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Bahkan tanpa hambatan awan, keberhasilan deteksi tidak otomatis terjadi. Catatan Shahreza mencantumkan lokasi sekitar 32° LU, 51°52′ BT, elevasi 1.825 meter dan horizon terhalang sekitar 2°, informasi berguna untuk rekonstruksi garis pandang. Hasil ini harus dianalisis dengan geometri Bulan pada waktu setempat.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/kea45.html?l=en — Angka koordinat/elevasi adalah keterangan pengamat di arsip; bukan survei geodesi independen.

5.2.3 Surakarta, 7 Juni 2024; Zulhijah 1445 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Surakarta/Sukoharjo, Indonesia
Tanggal/periode	2024-06-07
Hasil arsip	sabit siang terekam CCD, tetapi selepas magrib tidak terlihat dalam awan/haze
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Satu tanggal dan satu lokasi bisa menghasilkan keberhasilan pada detektor khusus di siang hari sekaligus kegagalan pengamatan senja. Ini bukti perlunya endpoint berlainan: photographed-before-sunset dan seen-after-sunset bukan label pengamatan yang sama. Membandingkan hanya status “hilal berhasil” akan menyesatkan.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/hej45.html?l=en — Waktu dan perangkat dari dua entri pengamat yang sama perlu disimpan terpisah.

5.3 Observasi awal 2025 dan pembanding internasional

5.3.1 Surakarta, 1 Januari 2025; Rajab 1446 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Surakarta/Sukoharjo, Indonesia
Tanggal/periode	2025-01-01
Hasil arsip	tidak terlihat; langit sangat berawan
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Laporan ini menawarkan contoh musim dan meteorologi yang dapat diperiksa: awan menutup peluang meskipun pengamat hadir. Arsip yang sama menyebut pengamatan positif di Iran. Tanpa pasangan geometri dan cuaca di kedua lokasi, perbandingan negara tak bisa dipakai mengestimasi koefisien bujur.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/raj46.html?l=en — Kontras kasus positif Iran memberi hipotesis, bukan eksperimen terkendali.

5.3.2 Perth, 28 Februari 2025; Ramadan 1446 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Perth, Australia Barat
Tanggal/periode	2025-02-28
Hasil arsip	tidak terlihat; langit dilaporkan cerah
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Laporan anggota ICOP menyertakan umur Bulan +10 jam 07 menit, lag +16 menit, ketinggian relatif +4°11′57″ dan elongasi +5°51′20″. Nilai kecil pada geometri ini penting: langit cerah tidak cukup. Angka asli dipertahankan sebagai nilai yang dilaporkan, bukan hasil hitung ulang penulis.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/ram46.html?l=en — Angka geometri merupakan self-report pengamat; pastikan definisi koordinat sebelum digunakan untuk membandingkan model.

5.3.3 Medan, 1 Maret 2025; Ramadan 1446 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Medan, Sumatra Utara, Indonesia
Tanggal/periode	2025-03-01
Hasil arsip	hilal dilaporkan terlihat mata telanjang, teleskop, dan kamera; langit sebagian berawan/hazy
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Peristiwa ini menunjukkan bahwa fraksi awan yang bukan nol tidak selalu menutup arah hilal. Pengamatan sesudah magrib dengan alat dan mata harus diberi beberapa label yang konsisten. Agar dapat menguji peran awan, dibutuhkan foto sektor barat dan parameter geometri pada waktu penampakan.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/ram46.html?l=en — Laporan ICOP memuat entri positif dari Medan.

5.3.4 Surakarta, 1 Maret 2025; Ramadan 1446 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Surakarta/Sukoharjo, Indonesia
Tanggal/periode	2025-03-01
Hasil arsip	tidak terlihat; keterangan naratif menyebut langit total berawan
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Pada tanggal yang sama dengan laporan positif Medan, laporan lokal ini menyatakan awan menutupi seluruh langit. Membandingkan pasangan tanggal berguna untuk menunjukkan kemungkinan heterogenitas meteorologi antarwilayah Indonesia; kedua kota juga berbeda geometri dan bujur. Tidak tepat mengatribusikan perbedaan seluruhnya ke awan tanpa komputasi tambahan.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/ram46.html?l=en — Header laporan menyebut partly cloudy, narasi menyebut totally cloudy: catat mismatch sebagai masalah kualitas metadata.

5.3.5 Dhaka, 1 Maret 2025; Ramadan 1446 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Dhaka, Bangladesh
Tanggal/periode	2025-03-01
Hasil arsip	hilal dilaporkan terlihat mata telanjang dalam langit cerah
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Pada halaman arsip yang sama tercatat observasi positif di Bangladesh. Dalam peta global, konjungsi yang sama dilihat pada waktu senja yang berbeda; perbandingan harus menghitung sunset UTC, umur Bulan, dan arah horizon. Data ini membantu menyusun lintasan pengamatan antarnegara, bukan membuktikan hubungan bujur satu variabel.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/ram46.html?l=en — Status pengamatan dilaporkan oleh anggota ICOP.

5.3.6 München, Februari 2025; dokumentasi Bulan siang

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Munich, Bavaria, Jerman
Tanggal/periode	2025-02-28
Hasil arsip	foto sabit dengan kamera pada siang hari, bukan laporan terlihat mata telanjang pascasunset
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Laporan pemotretan menyebut elongasi sekitar 5,4° dan usia kira-kira sembilan jam setelah konjungsi, dengan celah awan singkat yang memungkinkan akuisisi citra. Ini contoh deteksi berinstrumen sangat berbeda dari batas kontras mata telanjang. Waktu sebaiknya dipastikan ulang dari metadata citra, bukan dinyatakan sebagai keputusan awal bulan.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/ram46.html?l=en — Tanggal dan detail dalam narasi halaman Ramadan 1446; hasil instrumen tidak disetarakan dengan rukyat mata.

5.4 Analisis tambahan kawasan Afrika dan Timur Tengah

5.4.1 Maroko, Mei 2024; Zulkaidah 1445 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Benslimane, Maroko
Tanggal/periode	2024-05
Hasil arsip	hilal dilaporkan terlihat mata telanjang di langit sebagian berawan namun atmosfer relatif jernih
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Bujur Maroko lebih barat dari Indonesia, sehingga rangkaian senja global bisa terjadi lebih lambat setelah konjungsi. Namun laporan ini tidak dipasangkan pada malam yang sama dengan eksperimen terkendali di Indonesia. Gunakan sebagai bukti keragaman cuaca dan alat serta sebagai kandidat rekonstruksi komputasi.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/kea45.html?l=en — Detail tanggal peristiwa harus dikutip dari judul lunasi dan keterangan lengkap sebelum analisis berpasangan.

5.4.2 Abha, Arab Saudi, Mei 2024

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Abha, Asir, Arab Saudi
Tanggal/periode	2024-05
Hasil arsip	laporan penampakan ketika awan/hujan mengharuskan pengamat mengejar celah langit
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Pengamatan positif setelah mencari celah awan mengilustrasikan pentingnya tutupan sektoral dan dinamika beberapa menit. Statistik TCC harian atau per jam tidak menangkap sepenuhnya keputusan berpindah posisi. Ini juga menunjukkan bias pemilihan: pengamat aktif menyesuaikan rute pencarian dan bukan sampel pasif satu titik.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/kea45.html?l=en — Laporan dari Abha pada arsip ICOP Zulkaidah 1445 H.

5.5 Rangkaian observasi 2025–2026

5.5.1 Medan dan Surakarta, 30 Maret 2025; Syawal 1446 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Indonesia
Tanggal/periode	2025-03-30
Hasil arsip	Medan tidak terlihat di langit total berawan; Surakarta tidak terlihat dengan kabut/haze
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Dua laporan negatif dengan alasan cuaca menggambarkan heterogenitas lokal dan masalah inferensi: satu malam gagal di dua kota tidak membuktikan geometri mustahil. Laman yang sama juga menampilkan tanggal resmi awal Syawal berbagai negara; keputusan resmi tersebut tidak boleh digunakan sebagai pengganti outcome keterlihatan.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/shw46.html?l=en — Pada arsip ada keputusan resmi 30/31 Maret di negara berbeda; tanggal keputusan berbeda dari laporan pengamatan.

5.5.2 New Delhi, 30 Maret 2025; Syawal 1446 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	New Delhi, India
Tanggal/periode	2025-03-30
Hasil arsip	hilal dilaporkan terlihat mata telanjang, langit cerah
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Kasus positif India pada arsip Syawal membantu membedakan hasil observasi dari tanggal resmi awal bulan yang mungkin menggunakan kebijakan berbeda. Pembandingan dengan Indonesia membutuhkan perhitungan toposentris yang seragam dan penilaian apakah pengamatan berlangsung pada tanggal dan umur Bulan yang benar.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/shw46.html?l=en — Outcome observasi dan kebijakan penanggalan dikodekan sebagai kolom berbeda.

5.5.3 Surakarta, 23 September 2025; Rabiulakhir 1447 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Surakarta/Sukoharjo, Indonesia
Tanggal/periode	2025-09-23
Hasil arsip	hilal terlihat mata, binokular, teleskop, dan CCD dalam sebagian awan
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Laporan dari lokasi yang sebelumnya gagal karena awan menunjukkan pentingnya replikasi lintas lunasi pada situs yang sama. Secara statistik, pengamatan situs berulang memungkinkan efek acak situs dan perbandingan antarperistiwa tanpa menganggap iklim konstan.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/rat47.html?l=en — ICOP Rabiulakhir 1447 H.

5.5.4 Ngawi, 15 Juli 2026; Safar 1448 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Ngawi, Jawa Timur, Indonesia
Tanggal/periode	2026-07-15
Hasil arsip	hilal dilaporkan terlihat mata telanjang, teleskop dan kamera pada cuaca cerah
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Laporan menyebut perangkat astronomi dan kerja bersama beberapa organisasi. Metadata alat menjadikan kasus ini relevan untuk menguji perbedaan endpoint mata dan CCD. Diperlukan waktu deteksi pertama dan metode validasi citra untuk evaluasi ambang yang kuantitatif.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/saf48.html?l=en — Observasi dilaporkan dalam arsip ICOP Safar 1448 H.

5.5.5 Bolton, 11 September 2026; hilal 1448 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Bolton, Inggris
Tanggal/periode	2026-09-11
Hasil arsip	tidak terlihat, moonset dilaporkan mendahului sunset
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Pelapor memberi tinggi Bulan saat sunset −2,34°, lag sekitar −10 menit dan elongasi +8,37°. Ini menunjukkan mengapa satu angka elongasi tak memadai: objek yang sudah terbenam saat matahari terbenam tidak menyediakan jendela rukyat pascasunset. Angka merupakan isi laporan, perlu audit definisi layanan sebelum komparasi formal.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/rat48.html?l=en — Pelaporan negatif; alat tidak dicoba; termasuk contoh geometri yang meniadakan kesempatan pengamatan pascasunset.

5.5.6 Ponorogo dan Surakarta, April 2026; Zulkaidah 1447 H

Rekaman sumber dan klasifikasi

Unsur	Nilai yang dilaporkan
Lokasi	Ponorogo, Surakarta dan Medan
Tanggal/periode	2026-04-18
Hasil arsip	Ponorogo melaporkan CCD positif; Surakarta/Medan negatif dengan awan berbeda
Status	Laporan pengamat; bukan verifikasi ulang atau data numerik baru

Pembacaan ilmiah

Kasus ini menunjukkan perbedaan endpoint kamera dan mata serta variasi mendung antarsitus. Arsip Surakarta memiliki ketidakcocokan kategori “Not Seen” dan narasi yang menggunakan kata “seen”; pengodean ilmiah sebaiknya memberi flag “konflik metadata”, bukan memaksa ke positif.

Pertanyaan penelitian yang sah untuk kasus ini adalah apakah parameter geometri dan opasitas terarah menjelaskan kategori hasil yang dilaporkan, setelah waktu pencarian, instrumen, dan horizon dikendalikan. Tabel laporan tidak otomatis menyediakan semua kovariat. Parameter yang kosong tidak boleh diisi dengan rata-rata iklim tahunan karena nilai ketika rukyat mungkin sangat berbeda. Untuk pengujian, hitung ulang posisi astronomi dan cocokkan cuaca pada jam peristiwa, kemudian dokumentasikan ketidakpastian. Jika metadata tidak lengkap, gunakan kasus sebagai kajian kualitatif, bukan titik latih berlabel pasti.

Batas inferensi dan tindak lanjut

Data primer tetap dipertahankan apa adanya. Peneliti perlu mengarsipkan halaman peristiwa, memisahkan hasil mata/binokular/teleskop/CCD, memeriksa fraksi awan pada arah Bulan, serta mencatat observasi sukses dan gagal dalam denominator yang sebanding. Satu catatan tidak mengungkap probabilitas keterlihatan semua lokasi dalam kelas iklim yang sama.

Sumber dan status bukti: https://astronomycenter.net/icop/kea47.html?l=en — Laporan dilansir pada arsip ICOP Zulkaidah 1447 H, konflik kategori didokumentasikan.

BAB 6 ATLAS HIPOTESIS LOKASI PENGAMATAN DI INDONESIA

6.1 Kerangka atlas dan prinsip pemilihan lokasi

34 profil di bawah adalah panduan penetapan sampel geografis, bukan pengganti data hasil penelitian. Agar hasil dapat dirunut, setiap ringkasan menuliskan pembanding, variabel utama dan risiko salah interpretasi. Pemilihan ini mencakup Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua serta variasi pesisir, pedalaman, perbukitan dan garis lintang.

6.1.1 Kerangka stratifikasi pengamatan di kepulauan Indonesia

Pada skala kepulauan, pengujian hubungan koordinat dengan keterlihatan hilal harus membedakan tiga gradien yang sering tercampur: gradien astronomis lintang–bujur, gradien kondisi permukaan, dan gradien musim. Sabang, Jakarta, Pontianak, Makassar, Kupang, Jayapura, dan Merauke bukan sekadar titik di peta; masing-masing mewakili kombinasi orientasi ufuk, aliran angin, topografi, sumber aerosol dan pola tutupan awan yang berbeda. Oleh sebab itu, desain perlu mengelompokkan lokasi berdasarkan pita lintang, pita bujur, pesisir–pedalaman, dan kelas elevasi sebelum menghitung korelasi. Perbandingan antara dua tempat pada malam yang sama dapat menggambarkan perbedaan kondisi teramati, tetapi belum cukup untuk menaksir pengaruh tetap dari lintang tanpa pengulangan antarlunasi.

6.1.2 Pengendalian pembeda geografis dan musim

Perbedaan astronomi diuji menggunakan satu epoch ijtimak dan algoritma posisi yang sama; setiap stasiun dihitung pada Magrib lokalnya, bukan pada jam Indonesia barat yang diseragamkan. Pada tahap kedua, data cuaca dicocokkan dengan waktu dan azimut aktual Bulan: awan tepat di sektor hilal, bukan hanya rerata awan seluruh langit; titik embun dan suhu permukaan disertai indikator kabut; serta kejernihan aerosol lokal bila tersedia. Reanalisis ERA5 dan produk NASA POWER dapat menambah konteks, namun estimasi grid tidak dianggap sebagai pengukuran langsung pada garis pandang senja. Replikasi pada awal dan akhir periode monsun menjadi syarat untuk menghindari penafsiran bahwa suatu kota secara permanen lebih unggul.

6.1.3 Kesetaraan bukti lapangan dan etika statistik

Semua lokasi menggunakan formulir yang sama: koordinat, elevasi, foto ufuk berazimut, waktu pencarian UTC, alat yang dipakai, penilaian kualitas awan sektor barat, dan status bukti. Kategori “tidak terlihat walaupun dicari pada langit memadai” dipisahkan dari “tidak dapat diamati karena tertutup awan”; keduanya berbeda secara statistik. Rekaman positif membutuhkan dokumentasi yang dapat diperiksa terpisah, sedangkan observasi negatif yang berprotokol juga tetap diarsipkan. Di tingkat analisis, uji silang dilakukan dengan menahan seluruh lunasi dan seluruh situs tertentu di luar data pelatihan. Metode ini lebih kuat daripada membandingkan jumlah laporan positif antarkota yang frekuensi pengamatannya tidak sama.

6.1.4 Indeks analisis

No.	Wilayah	No.	Wilayah
6.2.1	Sabang	6.3.10	Ngawi
6.2.2	Banda Aceh	6.3.11	Denpasar
6.2.3	Medan	6.4.1	Mataram
6.2.4	Pekanbaru	6.4.2	Kupang
6.2.5	Padang	6.4.3	Pontianak
6.2.6	Bengkulu	6.4.4	Palangka Raya
6.2.7	Palembang	6.4.5	Banjarmasin
6.2.8	Lampung	6.4.6	Balikpapan
6.3.1	Jakarta	6.5.1	Makassar
6.3.2	Anyer	6.5.2	Palu
6.3.3	Bandung	6.5.3	Manado
6.3.4	Cirebon	6.5.4	Ambon
6.3.5	Semarang	6.5.5	Ternate
6.3.6	Surakarta	6.5.6	Sorong
6.3.7	Yogyakarta	6.5.7	Manokwari
6.3.8	Surabaya	6.5.8	Jayapura
6.3.9	Malang	6.5.9	Merauke

6.2 Sumatra: kawasan pesisir dan kepulauan barat

6.2.1 Sabang, Aceh

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Sabang, Aceh mewakili lintang tropis utara; pulau terbuka di Samudra Hindia. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: bandingkan horizon samudra dengan aerosol laut dan awan senja. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Banda Aceh; hipotesis analitiknya: uji lintang hampir sebanding tetapi geometri horizon berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.2.2 Banda Aceh

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Banda Aceh mewakili pesisir ujung barat Sumatra, peralihan darat–laut. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur pengaruh bangunan kota dan aerosol pesisir terhadap kontras. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Sabang; hipotesis analitiknya: pasangan kota vs pulau terbuka pada lunasi sama. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td,

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
	AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.2.3 Medan, Sumatra Utara

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Medan, Sumatra Utara mewakili perkotaan pesisir timur Sumatra dekat Selat Malaka. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji kabut urban dan tutupan awan terarah, relevan dengan laporan ICOP Maret 2025. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Pekanbaru; hipotesis analitiknya: bandingkan data sukses/negatif berulang dan bias partisipasi. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.2.4 Pekanbaru, Riau

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Pekanbaru, Riau mewakili dataran rendah dengan potensi pengaruh aerosol gambut regional. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji pemisahan RH, aerosol partikulat dan tutupan awan pada ufuk. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Pontianak; hipotesis analitiknya: amati kejadian dengan aerosol tetapi keadaan awan beragam. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.2.5 Padang, Sumatra Barat

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Padang, Sumatra Barat mewakili pesisir barat berbatasan Bukit Barisan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: nilai horizon maritim vs awan orografis dari pegunungan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Bengkulu; hipotesis analitiknya: bandingkan dua pesisir barat dengan topografi berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.2.6 Bengkulu

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Bengkulu mewakili pesisir barat Sumatra, berhadapan Samudra Hindia. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat

dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: teliti lapisan awan rendah saat senja dan kejernihan sektor barat. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Padang; hipotesis analitiknya: uji peran musim dalam deret barat Sumatra. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.2.7 Palembang, Sumatra Selatan

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Palembang, Sumatra Selatan mewakili kawasan sungai dan urbanisasi pada dataran rendah. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: pisahkan haze, aerosol pembakaran dan perubahan sunset musiman. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Pekanbaru; hipotesis analitiknya: bandingkan aerosol regional dengan iklim lokal. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.2.8 Bandar Lampung

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Bandar Lampung mewakili ujung selatan Sumatra dan pengaruh laut sempit. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur horizon aktual; evaluasi perbedaan awan pesisir dan kota. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari

rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Jakarta; hipotesis analitiknya: uji gradien cuaca di sekitar Selat Sunda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3 Jawa dan Bali: urbanisasi serta variasi horizon

6.3.1 Jakarta

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Jakarta mewakili megapolitan pesisir utara Jawa. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur kontribusi aerosol perkotaan dan penghalang buatan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Semarang; hipotesis analitiknya: bandingkan perkotaan pantai utara dengan sunset yang dihitung terpisah. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.2 Serang / Anyer, Banten

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Serang / Anyer, Banten mewakili pantai Selat Sunda dan pilihan titik rendah/tinggi. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: bandingkan horizon laut, asap urban transport dan awan pada azimut hilal. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Jakarta; hipotesis analitiknya: uji kualitas situs observasi pesisir terhadap metropolitan. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang

berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.3 Bandung, Jawa Barat

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Bandung, Jawa Barat mewakili cekungan dataran tinggi; horizon sekitar dibatasi relief. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur elevasi horizon, inversi dan seeing lokal. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Jakarta; hipotesis analitiknya: pisahkan keuntungan elevasi dari penghalang topografi. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.4 Cirebon, Jawa Barat

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Cirebon, Jawa Barat mewakili pesisir utara Jawa dengan dataran rendah dan urbanisasi. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji pengaruh horizon pantai serta haze pada jam magrib. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Semarang; hipotesis analitiknya: komparasi pesisir utara lintang serupa. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.5 Semarang, Jawa Tengah

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Semarang, Jawa Tengah mewakili pesisir utara, dataran tinggi dekatnya sebagai pasangan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur perbedaan sektor ufuk pesisir dan bukit pada hari sama. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Yogyakarta; hipotesis analitiknya: uji lokasi pusat kota, pantai, dan dataran tinggi sebanding. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.6 Surakarta / Sukoharjo

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Surakarta / Sukoharjo mewakili kawasan pedalaman Jawa Tengah; arsip ICOP berulang. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: rekonstruksi laporan negatif dan positif dari site yang sama. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Semarang; hipotesis analitiknya: estimasi efek observatorium dengan beberapa lunasi. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.7 Yogyakarta / Bantul

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Yogyakarta / Bantul mewakili pesisir selatan dan dataran tinggi di belakangnya. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: nilai awan konvektif sore dan horizon maritim menghadap samudra. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Semarang; hipotesis analitiknya: bandingkan dua pesisir Jawa berarah laut berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.8 Surabaya, Jawa Timur

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Surabaya, Jawa Timur mewakili perkotaan pantai timur Jawa. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: pisahkan aerosol industri/urban dari tutupan awan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Malang; hipotesis analitiknya: perbandingan pesisir kota vs dataran tinggi. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.9 Malang, Jawa Timur

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Malang, Jawa Timur mewakili dataran tinggi dekat pegunungan vulkanik. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji fenomena awan orografis, inversi, dan profil horizon. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Surabaya; hipotesis analitiknya: kontra-eksperimen geometri sama tanggal, elevasi berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.10 Ngawi, Jawa Timur

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Ngawi, Jawa Timur mewakili pedalaman di perbatasan Jawa Tengah; laporan ICOP Juli 2026. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit endpoint mata, teleskop dan CCD pada atmosfer yang dilaporkan cerah. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Surakarta; hipotesis analitiknya: site replication hasil pengamatan. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.3.11 Denpasar, Bali

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Denpasar, Bali mewakili pesisir tropis pulau dengan pengaruh sirkulasi laut–darat. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji awan senja bergerak dan variasi arah angin. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Mataram; hipotesis analitiknya: komparasi antarpulau dengan lintang mirip. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.4 Nusa Tenggara dan Kalimantan: monsun serta atmosfer maritim

6.4.1 Mataram, Nusa Tenggara Barat

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Mataram, Nusa Tenggara Barat mewakili pesisir pulau dalam wilayah monsun. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: bandingkan periode konveksi dan udara relatif kering antarbulan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Kupang; hipotesis analitiknya: uji musim dan mekanisme awan, bukan label tropis. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.4.2 Kupang, Nusa Tenggara Timur

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Kupang, Nusa Tenggara Timur mewakili kawasan relatif lebih musiman dalam kepulauan kering. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji aerosol debu, langit senja dan musim angin. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Denpasar; hipotesis analitiknya: bandingkan pulau tropis dengan rezim hujan berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.4.3 Pontianak, Kalimantan Barat

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Pontianak, Kalimantan Barat mewakili kawasan dekat ekuator geografis di Kalimantan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji variasi ekuinoks dan awan tropis pada lintang sangat rendah. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Palangka Raya; hipotesis analitiknya: menilai klaim keunggulan ekuator dengan data lintas lunasi. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.4.4 Palangka Raya, Kalimantan Tengah

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Palangka Raya, Kalimantan Tengah mewakili dataran rendah pedalaman Kalimantan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: pisahkan efek aerosol episode kebakaran dari RH dan tutupan awan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Pontianak; hipotesis analitiknya: komparasi situs pedalaman ekuator. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.4.5 Banjarmasin, Kalimantan Selatan

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Banjarmasin, Kalimantan Selatan mewakili pesisir/sungai selatan Kalimantan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur awan sore, aerosol lembap dan medan horizon. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Balikpapan; hipotesis analitiknya: bandingkan pesisir Kalimantan di sisi berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.4.6 Balikpapan, Kalimantan Timur

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Balikpapan, Kalimantan Timur mewakili pesisir timur Kalimantan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji perubahan arah horizon dan latar cerah berdekatan laut. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Makassar; hipotesis analitiknya: komparasi lintas selat pada musim yang sama. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5 Sulawesi, Maluku, dan Papua: keragaman Indonesia timur

6.5.1 Makassar, Sulawesi Selatan

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Makassar, Sulawesi Selatan mewakili pesisir barat daya Sulawesi. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji sea breeze, awan konvektif dan aerosol kota. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Balikpapan; hipotesis analitiknya: perbedaan bujur moderat dan iklim maritim. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.2 Palu, Sulawesi Tengah

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Palu, Sulawesi Tengah mewakili lembah teluk yang dibatasi pegunungan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur profil horizon spasial, inversi serta angin lembah. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Manado; hipotesis analitiknya: kontrol topografi ekstrem. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.3 Manado, Sulawesi Utara

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Manado, Sulawesi Utara mewakili pesisir utara di dekat relief vulkanik. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: bandingkan langit arah barat dengan awan orografis. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Palu; hipotesis analitiknya: uji pengaruh konfigurasi teluk dan relief. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.4 Ambon, Maluku

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Ambon, Maluku mewakili kepulauan dengan pola hujan lokal. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji perbedaan musim hujan dari Jawa pada bulan yang sama. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Ternate; hipotesis analitiknya: komparasi pulau timur dengan horizon kompleks. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.5 Ternate, Maluku Utara

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Ternate, Maluku Utara mewakili pulau vulkanik kecil dan horizon maritim. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur pengaruh lereng gunung terhadap awan dan horizon. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Ambon; hipotesis analitiknya: kontra-eksperimen vulkanik/pesisir. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.6 Sorong, Papua Barat Daya

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Sorong, Papua Barat Daya mewakili pesisir Papua barat dengan kelembapan maritim. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji tutupan awan terarah dan perubahan saat sunset. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Manokwari; hipotesis analitiknya: bandingkan pesisir Papua yang terpisah relief. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.7 Manokwari, Papua Barat

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Manokwari, Papua Barat mewakili pesisir dekat pegunungan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur perkembangan awan orografis senja. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Sorong; hipotesis analitiknya: pasangan pantai dengan relief berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.8 Jayapura, Papua

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Jayapura, Papua mewakili pesisir Pasifik dengan relief berbukit. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji horizon laut dan siklus angin pantai–pegunungan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Merauke; hipotesis analitiknya: perbedaan garis lintang dan karakter iklim dalam Papua. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

6.5.9 Merauke, Papua Selatan

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Merauke, Papua Selatan mewakili dataran rendah paling selatan Papua. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji pengaruh lintang selatan lebih besar dan monsun lokal. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Jayapura; hipotesis analitiknya: perbandingan utara–selatan yang kuat. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Indonesia: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

BAB 7 ATLAS KOMPARATIF LOKASI PENGAMATAN ANTARBENUA

7.1 Kerangka komparasi lokasi antar-benua

Profil lintas negara sengaja mencakup wilayah tropis, subtropis, lintang sedang hingga lintang subarktik; wilayah kering, lembap, pesisir, pegunungan, dan dua sisi batas tanggal internasional. Susunan ini penting untuk menguji apakah parameter yang dipelajari di Indonesia tetap efektif ketika dipindahkan ke iklim dan geometri yang jauh berbeda. Penjelasan iklim bersifat hipotesis penelitian yang harus dilengkapi dengan data waktu observasi.

7.1.1 Variasi lintang global dan kebalikannya menurut musim

Atlas antarbenua menguji apakah pola yang tampak menguntungkan pada satu belahan Bumi tetap bertahan pada belahan lainnya. Keterkaitan lintang dengan ketinggian hilal dimediasi deklinasi Matahari–Bulan, sudut jam setempat dan kemiringan ekliptika terhadap ufuk barat. Karena itu pasangan lokasi pada lintang utara dan selatan yang hampir sama nilai mutlaknya perlu dibandingkan sekurangnya pada empat fase musim astronomis. Di sekitar solstis, lintang tinggi juga menghadapi panjang senja dan kemungkinan tidak ada terbenam Matahari; keadaan tanpa jendela observasi harus ditandai “tidak berlaku”, bukan diberi hasil negatif otomatis.

7.1.2 Bujur, batas tanggal, dan ketidaksamaan keadaan atmosfer

Deret situs dari Asia Timur sampai Amerika dipakai untuk menilai pengaruh urutan Magrib global setelah konjungsi. Meski wilayah lebih barat sering memasuki Magrib pada UTC lebih lambat, umur Bulan tidak dapat dijadikan satu-satunya penjelas. Perubahan sudut posisi sabit, kecepatan orbit, beda azimut, dan profil ufuk bisa mengubah peluang deteksi. Di dekat batas tanggal internasional, tanggal sipil dan “malam pertama” dapat berbeda dengan tanggal astronomis yang dipakai dalam komputasi; semua perbandingan wajib disandarkan pada UTC, bukan nama tanggal setempat. Data gerhana atau umur Bulan yang dibaca dari situs publik tidak menggantikan pengukuran visibilitas.

7.1.3 Kovariat iklim dan hierarki keandalan sumber

Pasangan wilayah gurun dengan pesisir lembap perlu membedakan awan, debu, dan kabut; gurun dapat memiliki tutupan awan kecil tetapi aerosol mineral tinggi, sedangkan pesisir tropis dapat memiliki kelembapan besar namun horizon sesaat jernih. Laporan ICOP menyediakan jejak hasil pengamatan yang dinyatakan kontributor; MoonCalc dan timeanddate terutama membantu memeriksa geometri serta waktu lokal. Untuk pengujian optik atmosfer, hasil tersebut dipadankan dengan meteorologi resmi, citra arah barat, data AOD, dan audit instrumen. Setiap kategori sumber memiliki resolusi ruang–waktu dan kewenangan berbeda, sehingga penggabungan semuanya tanpa metadata sumber akan menimbulkan kepastian semu.

7.1.4 Indeks analisis

No.	Lokasi	No.	Lokasi
7.2.1	Kuala Lumpur	7.6.1	Perth
7.2.2	Port Dickson	7.6.2	Adelaide
7.2.3	Singapura	7.6.3	Sydney
7.2.4	Bangkok	7.6.4	Auckland
7.2.5	Dhaka	7.6.5	Cape Town
7.2.6	New Delhi	7.6.6	Nairobi
7.2.7	Karachi	7.6.7	Mombasa
7.2.8	Mumbai	7.7.1	Recife
7.3.1	Muscat	7.7.2	São Paulo
7.3.2	Dubai	7.7.3	Buenos Aires
7.3.3	Abha	7.7.4	Lima
7.3.4	Riyadh	7.7.5	Santiago
7.3.5	Amman	7.7.6	Los Angeles
7.3.6	Cairo	7.7.7	Phoenix
7.4.1	Khartoum	7.7.8	New York
7.4.2	Accra	7.7.9	Toronto
7.4.3	Dakar	7.7.10	Vancouver
7.4.4	Benslimane	7.7.11	Anchorage
7.4.5	Tanger	7.8.1	Reykjavík
7.5.1	Madrid	7.8.2	Honolulu
7.5.2	London	7.8.3	Manila
7.5.3	Bolton	7.8.4	Suva
7.5.4	Munich	7.8.5	Apia
7.5.5	Viernheim		

7.2 Asia Tenggara dan Asia Selatan

7.2.1 Kuala Lumpur, Malaysia

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Kuala Lumpur, Malaysia mewakili tropis rendah lintang dekat Sumatra. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji konveksi sore dan aerosol urban. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Medan; hipotesis analitiknya: tetangga regional dengan bujur hampir sama. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.2.2 Port Dickson, Malaysia

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Port Dickson, Malaysia mewakili pesisir barat Semenanjung; jaringan observatorium. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit data mata–optik pada ufuk laut. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Kuala Lumpur; hipotesis analitiknya: kontrol urban vs observatorium pantai. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari

kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.2.3 Singapura

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Singapura mewakili pulau kota tropis padat. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur aerosol urban, RH dan cloud-sector. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Batam / Kepulauan Riau; hipotesis analitiknya: pengaruh kegiatan urban di lokasi maritim. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.2.4 Bangkok, Thailand

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Bangkok, Thailand mewakili dataran rendah tropis monsun. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji masa transisi hujan dengan langit senja. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Kuala Lumpur; hipotesis analitiknya: gradien lintang Asia Tenggara. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.2.5 Dhaka, Bangladesh

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Dhaka, Bangladesh mewakili dataran delta pada rejim monsun. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit laporan positif Ramadan 1446, aerosol dan awan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah New Delhi; hipotesis analitiknya: kontras delta lembap dengan dataran India. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.2.6 New Delhi, India

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

New Delhi, India mewakili dataran tinggi relatif urban/kering menurut musim. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji aerosol perkotaan dan partikel mineral. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Dhaka; hipotesis analitiknya: kontras rezim aerosol Asia Selatan. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.2.7 Karachi, Pakistan

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Karachi, Pakistan mewakili pesisir Laut Arab semi-arid. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur pengaruh debu dan kelembapan pantai. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Mumbai; hipotesis analitiknya: pesisir Laut Arab pada lintang berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.2.8 Mumbai, India

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Mumbai, India mewakili pesisir barat India dengan monsun. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji pergeseran transparansi antarperiode monsun. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Karachi; hipotesis analitiknya: perbandingan pantai basah dan semi-arid. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.3 Asia Barat dan Afrika Utara

7.3.1 Muscat, Oman

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Muscat, Oman mewakili pesisir panas relatif kering. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji debu mineral dan aerosol garam. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Dubai; hipotesis analitiknya: efek kontras kelembapan vs debu. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.3.2 Dubai, UEA

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Dubai, UEA mewakili pesisir teluk dengan aerosol urban dan debu. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur aerosol dan inversi horizon saat senja. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Muscat; hipotesis analitiknya: pemilahan debu/urbanisasi. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.3.3 Abha, Arab Saudi

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Abha, Arab Saudi mewakili dataran tinggi barat daya Arab. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji awan pegunungan dan celah pengamatan, sesuai catatan ICOP. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Riyadh; hipotesis analitiknya: dataran tinggi relatif lembap vs pedalaman. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.3.4 Riyadh, Arab Saudi

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Riyadh, Arab Saudi mewakili pedalaman gurun subtropis. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji debu aerosol meski RH sedang/rendah. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Abha; hipotesis analitiknya: kontra-eksperimen relief dan AOD. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.3.5 Amman, Yordania

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Amman, Yordania mewakili dataran tinggi Levant. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji debu, langit cerah dan horizon berbukit. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Jerusalem; hipotesis analitiknya: lintang serupa, lingkungan observasi berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.3.6 Cairo, Mesir

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Cairo, Mesir mewakili kawasan metropolitan gurun dan Nil. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit hasil negatif pada hari langit disebut cerah. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Alexandria; hipotesis analitiknya: kontrol polusi dan kabut sungai. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.4 Afrika bagian tengah, barat, dan Maghrib

7.4.1 Khartoum, Sudan

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Khartoum, Sudan mewakili wilayah lebih rendah lintang di Sahel. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji musim debu dan variasi awal hujan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Cairo; hipotesis analitiknya: gradien tropis–subtropis Afrika timur. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.4.2 Accra, Ghana

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Accra, Ghana mewakili pesisir Atlantik tropis Afrika barat. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit laporan positif dan potensi haze musiman. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Dakar; hipotesis analitiknya: lintang tropis berbeda bujur. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.4.3 Dakar, Senegal

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Dakar, Senegal mewakili semenanjung Atlantik Sahel. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur aerosol Sahara dan horizon laut. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Accra; hipotesis analitiknya: komparasi lintang dan massa udara aerosol. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.4.4 Benslimane, Maroko

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Benslimane, Maroko mewakili barat laut Afrika, Mediterranean–Atlantic transition. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit beberapa catatan mata telanjang ICOP. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Madrid; hipotesis analitiknya: lintang setara, pesisir/pegunungan berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.4.5 Tanger, Maroko

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Tanger, Maroko mewakili pesisir Selat Gibraltar. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji aerosol maritim dan haze industri. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Benslimane; hipotesis analitiknya: variasi jarak ke laut dan topografi. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.5 Eropa: iklim sedang dan lintang tinggi

7.5.1 Madrid, Spanyol

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Madrid, Spanyol mewakili pedalaman Iberia lintang sedang utara. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji interaksi musim ekuinoks dan lintang. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Benslimane; hipotesis analitiknya: perbandingan lintang sedang dua benua. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.5.2 London, Inggris

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

London, Inggris mewakili lintang sedang tinggi, cuaca samudra. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji durasi senja panjang dan awan rendah. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Paris; hipotesis analitiknya: geometri lintang yang lebih utara. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.5.3 Bolton, Inggris

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Bolton, Inggris mewakili lintang utara, report moonset sebelum sunset Sep 2026. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: rekonstruksi lag negatif dan status observasi tak dilakukan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah London; hipotesis analitiknya: penanda geometri menutup kesempatan. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.5.4 Munich, Jerman

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Munich, Jerman mewakili lintang sedang, iklim kontinental dan relief dekat Alpen. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit deteksi CCD sebelum sunset dan awan berlapis. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Viernheim; hipotesis analitiknya: aliran udara dan metode foto. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.5.5 Viernheim, Jerman

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Viernheim, Jerman mewakili dataran rendah Eropa tengah. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji perbedaan cloud-sector dan pemrosesan kamera. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Munich; hipotesis analitiknya: metode CCD pada lokasi berdekatan. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.6 Australia, Selandia Baru, dan kawasan pembanding Afrika

7.6.1 Perth, Australia Barat

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Perth, Australia Barat mewakili lintang sedang selatan, pantai beriklim Mediterranean. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: audit geometri kecil Feb 2025 saat langit cerah. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Adelaide; hipotesis analitiknya: dua pantai Australia selatan berbeda bujur. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.6.2 Adelaide, Australia

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Adelaide, Australia mewakili lintang sedang selatan, senja dengan ekliptika musiman. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji kebalikan musim terhadap lintang utara. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Perth; hipotesis analitiknya: eksperimen waktu magrib barat-timur. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.6.3 Sydney, Australia

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Sydney, Australia mewakili pesisir timur lintang selatan sedang. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji cloud-sector di pantai serta lintang musim. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Auckland; hipotesis analitiknya: perbandingan Pasifik selatan. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.6.4 Auckland, Selandia Baru

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Auckland, Selandia Baru mewakili pesisir samudra lintang sedang selatan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji awan maritim dan sunset musiman. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Sydney; hipotesis analitiknya: lintang sebanding, bujur lebih timur. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.6.5 Cape Town, Afrika Selatan

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Cape Town, Afrika Selatan mewakili lintang sedang selatan, iklim Mediterranean. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji ekliptika pada musim berlawanan dengan Eropa. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Perth; hipotesis analitiknya: komparasi lintang selatan berjauhan bujur. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.6.6 Nairobi, Kenya

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Nairobi, Kenya mewakili ketinggian relatif tinggi dekat ekuator. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: bandingkan ekuator elevasi tinggi dengan tropis pesisir. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Mombasa; hipotesis analitiknya: isolasi ketinggian dan horizon. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.6.7 Mombasa, Kenya

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Mombasa, Kenya mewakili pesisir Samudra Hindia dekat ekuator. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji aerosol laut dan konveksi dibanding Nairobi. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Nairobi; hipotesis analitiknya: pasangan geografis dekat dengan elevasi sangat beda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7 Amerika Selatan, Amerika Utara, dan Kanada

7.7.1 Recife, Brasil

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Recife, Brasil mewakili pesisir Atlantik dekat lintang tropis selatan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji geometri yang lebih muda/tua menurut urutan senja global. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Accra; hipotesis analitiknya: separasi bujur Atlantik. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.2 São Paulo, Brasil

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

São Paulo, Brasil mewakili lintang selatan tropis luar/urban tinggi. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur inversi, polusi dan variabilitas awan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Recife; hipotesis analitiknya: iklim dan latitudinal contrast Brasil. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.3 Buenos Aires, Argentina

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Buenos Aires, Argentina mewakili lintang sedang selatan, dataran estuaria. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji season reversal relatif London. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Cape Town; hipotesis analitiknya: validasi lintang selatan lintas benua. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.4 Lima, Peru

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Lima, Peru mewakili pesisir Pasifik gurun dengan lapisan stratus. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji cloud-base dan awan rendah stabil. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Santiago; hipotesis analitiknya: dua pesisir Pasifik pada lintang berbeda. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.5 Santiago, Chile

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Santiago, Chile mewakili lembah dekat Andes lintang selatan sedang. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji horizon pegunungan, haze, dan musim. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Lima; hipotesis analitiknya: pemisahan coastal stratus vs lembah. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.6 Los Angeles, AS

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Los Angeles, AS mewakili pesisir subtropis dengan marine layer. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji awan rendah dan aerosol urban. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Phoenix; hipotesis analitiknya: pesisir vs gurun pedalaman. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.7 Phoenix, AS

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Phoenix, AS mewakili gurun subtropis pedalaman. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji dust dan kekeringan terhadap optika. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Los Angeles; hipotesis analitiknya: RH rendah tidak berarti aerosol rendah. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.8 New York, AS

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

New York, AS mewakili perkotaan lintang sedang utara. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji musim serta pencemaran urban. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Toronto; hipotesis analitiknya: kontras lintang moderat. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.9 Toronto, Kanada

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Toronto, Kanada mewakili lintang sedang tinggi dengan aerosol perkotaan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji senja panjang musim panas dan awan. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah New York; hipotesis analitiknya: gradien lintang utara. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.10 Vancouver, Kanada

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Vancouver, Kanada mewakili pesisir Pasifik utara lintang tinggi. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: ukur awan maritim dan lag sunset-musim. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Seattle; hipotesis analitiknya: pasangan lintang utara dengan medan cuaca mirip. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.7.11 Anchorage, Alaska

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Anchorage, Alaska mewakili lintang tinggi dan senja ekstrim. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: kelompokkan hari tanpa sunset biasa atau twilight panjang. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Vancouver; hipotesis analitiknya: uji domain luar kriteria tropis. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.8 Lokasi lintang ekstrem serta kepulauan Pasifik

7.8.1 Reykjavík, Islandia

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Reykjavík, Islandia mewakili lintang subarktik samudra. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji hari tanpa geometri observasi standar di musim panas. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah London; hipotesis analitiknya: kegagalan asumsi sunset universal. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.8.2 Honolulu, Hawaii

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Honolulu, Hawaii mewakili lintang tropis utara di Samudra Pasifik. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji peran bujur terhadap umur Bulan dibanding Asia. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Manila; hipotesis analitiknya: lokasi samudra berjauhan bujur. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.8.3 Manila, Filipina

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Manila, Filipina mewakili kepulauan tropis monsun Pasifik barat. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji konveksi dan horizon laut di lintang utara. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Honolulu; hipotesis analitiknya: pan-Pacific sunset timing. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.8.4 Suva, Fiji

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Suva, Fiji mewakili kepulauan Pasifik tropis selatan. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji pergeseran tanggal sipil dekat batas internasional. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Apia; hipotesis analitiknya: penanganan batas tanggal dan jendela rukyat. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

7.8.5 Apia, Samoa

STATUS: PROTOKOL LOKASI (bukan hasil observasi atau data cuaca terukur).

Peran situs dalam eksperimen geografis

Apia, Samoa mewakili Pasifik dekat batas tanggal internasional. Dalam analisis ilmiah hilal, karakter itu tidak sendirinya menjamin keberhasilan. Perbandingan dilakukan pada satu lunasi atau sekumpulan lunasi yang sama, dengan waktu sunset setempat dinyatakan dalam UTC dan tinggi serta azimut Bulan dihitung dari koordinat pengamatan yang sebenarnya. Jangan mengganti posisi observatorium dengan koordinat pusat kota tanpa menyatakan perbedaan titik rujuk.

Hipotesis atmosfer yang dapat dibuktikan

Pertanyaan setempat: uji definisi tanggal astronomi versus waktu administratif. Indikator utama terdiri dari tutupan awan tepat pada azimut/elevasi Bulan, aerosol optical depth bila tersedia, kelembapan relatif, suhu, titik embun, tekanan, angin dan hasil foto berarah barat. Kondisi ini harus dicatat pada menit pencarian hilal, bukan disimpulkan dari rata-rata cuaca tahunan. Bila tidak ada data lokal, sumber reanalisis harus diberi label estimasi grid.

Desain kontras dan penafsiran

Lokasi pembanding yang disarankan ialah Suva; hipotesis analitiknya: validasi data UTC dan konvensi hari. Untuk mencegah kesimpulan geografis semu, bandingkan ARCV, DAZ, lag dan metode alat pada waktu yang sama secara definisional. Catat semua sesi ketika hilal tidak dicari atau ketika terhalang total sebagai kelompok yang berbeda dari kegagalan di langit cerah. Penelitian ini menilai apakah memasukkan data atmosfer meningkatkan prediksi di luar geometri.

Komponen data	Minimal yang perlu dilaporkan
Astronomi	sunset UTC, ijtimak UTC, tinggi Bulan topocentris, ARCV, DAZ, elongasi, lag
Atmosfer	TCC dan awan sektoral, RH, T/Td, AOD/visibility, cuaca horizon
Konteks	koordinat GPS, elevasi, profil horizon, instrumen, waktu penampakan

Sumber dan status bukti: Global: protokol desain disintesis dari Schaefer (1988), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), BMKG Zona Musim. Tidak ada data numerik observasi yang diatribusikan ke lokasi ini.

BAB 8 AUDIT KOMPUTASI, REPRODUKSIBILITAS, DAN SINTESIS ILMIAH

8.1 Kerangka audit dan indeks protokol

Bab ini menyajikan dua puluh satu prosedur terstruktur untuk memastikan kesimpulan tentang pengaruh lintang, bujur, dan meteorologi dapat direproduksi. Protokol dimulai dari harmonisasi waktu, posisi topocentris dan jenis horizon, dilanjutkan audit cuaca grid terhadap citra sektor barat serta pemisahan pengamatan negatif, data hilang, dan laporan tidak terverifikasi. Setiap prosedur mencakup argumen ilmiah, urutan kerja, keluaran minimal, dan tolok ukur audit. Keseluruhannya adalah rancangan penelitian yang memerlukan data aktual sebelum dapat dinilai secara statistik.

8.1.1 Indeks analisis

Bagian	Fokus pengujian	Bagian	Fokus pengujian
8.2.1	Timestamp UTC	8.4.4	Sensor meteorologi
8.2.2	Geosentris/toposentris	8.5.1	Confounding
8.2.3	Sunset/moonset	8.5.2	Validasi lunasi
8.2.4	Ekliptika	8.5.3	Validasi geografis
8.3.1	Awan sektoral	8.5.4	Kalibrasi peluang
8.3.2	RH dan aerosol	8.5.5	Ketidakpastian
8.3.3	Titik embun	8.6.1	Positif palsu
8.3.4	Filter spektral	8.6.2	Preregistrasi
8.4.1	Negatif sah	8.6.3	Komunikasi publik
8.4.2	Narasi multibahasa	8.6.4	Audit buta
8.4.3	ERA5 grid		

8.2 Harmonisasi waktu, koordinat, horizon, dan geometri

8.2.1 Penyamaan timestamp antarnegara

Argumen dan prosedur ilmiah

Simpan epoch konjungsi, sunset, moonset, waktu pertama pencarian dan bukti sebagai UTC ISO-8601. Waktu lokal tetap disimpan dengan nama zona IANA; tanggal peristiwa Indonesia dan Pasifik dapat berbeda untuk UTC sama. Jangan menurunkan UTC hanya dengan beda bujur karena zona sipil dapat melompat dan DST berbeda antarnegara.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Uji dengan sepasang kota yang berubah tanggal di sekitar batas internasional; verifikasi identitas instant, bukan kesamaan label tanggal.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Cek tanggal lokal, UTC, DST, definisi sunset dan apakah laporan memakai penanggalan Hijriah atau Masehi.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.2.2 Memisahkan geosentris dan toposentris

Argumen dan prosedur ilmiah

Gunakan posisi Matahari dan Bulan dari pusat koordinat yang sama ketika menghitung elongasi. Untuk arah teleskop, ubah ke toposentris dari koordinat observer. Tinggi toposentris dapat berbeda signifikan dengan geosentris karena paralaks Bulan; jangan salin kriteria tanpa membaca definisi sumber.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Hitung satu event untuk dua elevasi dan dua posisi lintang dengan efemeris sama; laporkan perubahan setiap parameter.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Audit asal vektor, refraksi, parallax, perbedaan altitude “geometric” dan “apparent”.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.2.3 Sunset, moonset, dan ambang horizon

Argumen dan prosedur ilmiah

Definisikan sunset pusat/tepi cakram serta refraksi standar yang digunakan, demikian pula moonset. Jika profil horizon sebenarnya lebih tinggi daripada nol, lakukan koreksi pada saat lintasan memotong horizon azimut spesifik. Ini menghindari kasus lag tampak positif tetapi Bulan tersembunyi bukit.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Bandingkan horizon 0°, 1°, 3° dan 5° sebagai skenario tanpa menamainya kondisi nyata.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Setiap lag dikaitkan ke definisi event; jangan campur waktu calendar sunset dengan terrain sunset.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.2.4 Kedekatan ekliptika dengan horizon

Argumen dan prosedur ilmiah

Pisahkan separasi sudut dua pusat benda dari komponen vertikalnya. Pada elongasi sama, ARCV dan DAZ bisa sangat berbeda. Uji beberapa musim serta belahan bumi utara/selatan. Profil yang terbentuk menguji mekanisme lintang dengan cara yang tidak bisa dicapai memakai usia Bulan tunggal.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Buat grid lintang -60° hingga +60° pada beberapa konjungsi; rekam maksimum dan minimum ARCV.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Tidak boleh menafsirkan “tinggi terukur geosentris” sebagai tinggi teramati tanpa paralaks.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.3 Audit cuaca, aerosol, dan karakter optik atmosfer

8.3.1 Matriks risiko awan sektoral

Argumen dan prosedur ilmiah

Buat piksel area kecil sekitar prediksi posisi Bulan dan labeli opasitas, bukan hanya persentase tutupan seluruh langit. Model hujan grid menyediakan konteks; kamera horizon menguji apakah awan benar-benar melintang pada jalur pandang. Pertimbangkan overlap awan rendah–menengah–tinggi dan perubahan per menit.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Bandingkan TCC sama tetapi satu kamera sektor barat cerah dan kamera lain tertutup; lihat efek pada endpoint.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Awan menutup total dikodekan sebagai kesempatan hilang, bukan bukti model geometri salah.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.3.2 Kelembapan dan aerosol terpisah

Argumen dan prosedur ilmiah

RH perlu dilengkapi AOD, jarak pandang dan indikator aerosol kimia bila ada. Partikel higroskopis meningkat hamburannya saat menyerap uap air, tetapi aerosol mineral kering dapat pula menyebabkan ekstingsi kuat. Interaksi RH × jenis aerosol lebih masuk akal daripada satu ambang RH universal.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Cocokkan RH serupa pada kota pesisir ber-aerosol laut dan kota gurun berdebu; ukur outcome kondisi langit nyata.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Hindari persamaan tidak terkalibrasi “RH 80% berarti visibilitas hilal 20%”.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.3.3 Sensitivitas suhu dan titik embun

Argumen dan prosedur ilmiah

Refraksi dan risiko kabut perlu model berbeda. Selisih T−Td kecil dapat menandakan kejenuhan dekat permukaan, tetapi tidak menggantikan pengukuran kabut atau profil temperatur vertikal. Jendela senja dapat menunjukkan penurunan suhu cepat; data hanya pukul 12 siang tidak relevan.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Plot T−Td per 10 menit bersama foto awan dan bukti embun di lensa.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Suhu 2 meter tidak dianggap suhu seluruh lintasan optik; refraksi model standar dinyatakan terbuka.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.3.4 Aerosol optik spektral dan filter

Argumen dan prosedur ilmiah

Model optik menilai transmitansi pada tiap panjang gelombang lalu respons mata/instrumen. Berkas CCD dengan filter merah tidak setara dengan mata telanjang; stacking menurunkan noise acak dan pemrosesan kontras mengubah ambang deteksi. Beda metode harus diletakkan dalam kolom dan model masing-masing.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Bandingkan RAW citra, hasil stacking, dan pengamatan mata berlabel mandiri pada satu event.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Gunakan metadata filter, exposure, gain, bit-depth, serta kalibrasi artefak.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.4 Klasifikasi bukti dan keterbandingan data observasi

8.4.1 Observasi negatif sah versus tertutup awan

Argumen dan prosedur ilmiah

“Not seen” valid bagi pengujian ambang fisis hanya ketika pencarian sesuai protokol berlangsung pada jendela yang dapat diakses. Kegagalan karena awan total mempunyai makna meteorologi, bukan kegagalan prediksi geometri. Tiga kelas minimal: sukses, pencarian gagal pada langit layak, dan tidak dapat menilai.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Lakukan koding dua penilai independen dari arsip ICOP; hitung kesepakatan dan resolusi konflik.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Tidak ada laporan atau not sought tidak diberi nilai nol.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.4.2 Pemrosesan laporan naratif multibahasa

Argumen dan prosedur ilmiah

Arsip internasional mencakup bahasa Arab, Inggris dan lokal. Penerjemahan harus menjaga perbedaan “photographed”, “visible by eye”, “seen by other” dan “not attempted”. Bila kategori header bertentangan dengan narasi, simpan kedua rekaman dan beri flag untuk pemeriksaan manual.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Bandingkan dua pengekstrak metadata memakai sepuluh peristiwa; sediakan data mentah dan catatan revisi.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Tanggal transliterasi Hijriah, Gregorian dan julukan bulan distandarkan dengan peristiwa, bukan hanya string.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.4.3 Resolusi grid ERA5 terhadap pengamatan titik

Argumen dan prosedur ilmiah

ERA5 adalah reanalisis atmosfer pada grid; output per jam tidak berarti kondisi di teleskop persis setiap detik. Gunakan interpolasi spasial-temporal hanya setelah mendefinisikan tujuan, dan catat kesalahan representasi untuk kompleks pantai atau relief. Stasiun mikro menjadi pembanding independen.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Ambil sel grid tetangga untuk mempelajari sensitivitas pada pantai atau gunung, bukan hanya nearest-neighbor.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Pisahkan estimasi grid, observasi stasiun dan foto lokal dengan atribut provenance.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.4.4 Rekonsiliasi alat meteorologi

Argumen dan prosedur ilmiah

Sensor T/RH sering berada dekat tanah sedangkan awan di arah Bulan bersifat tiga dimensi. Dokumentasikan ketinggian pemasangan, perlindungan sinar langsung, kalibrasi sensor, interval sampling dan sambungan waktu. Foto all-sky perlu orientasi dan distorsi lensa diperbaiki sebelum memberi koordinat awan.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Uji silang dua sensor RH dan titik embun dengan paparan berbeda; beri rentang ketidakpastian.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Sertakan waktu sinkronisasi jam alat, metode kalibrasi dan perubahan pengaturan.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.5 Analisis statistik, validasi, dan ketidakpastian

8.5.1 Confounding musim dan koordinat

Argumen dan prosedur ilmiah

Sampel pantai tropis pada musim kemarau dan sampel Eropa pada musim gugur tidak layak dibandingkan tanpa mengendalikan musim serta geometri. Koordinat mengubah sudut horizon, sementara iklim berkorelasi dengan wilayah; jika keduanya digabung dalam regresi naif, efek lintang dapat salah tafsir.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Bentuk desain factorial waktu × lintang × model awan; tampilkan koefisien total vs setelah mediator.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Tuliskan diagram kausal pra-analisis dan tentukan estimand.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.5.2 Validasi antar-lunasi

Argumen dan prosedur ilmiah

Ketika pengamatan dari malam sama dibagi ke train dan test secara acak, model dapat "mengenali" pola orbit event yang telah terlihat pada pelatihan. Gunakan pemisahan berdasarkan lunasi untuk menguji generalisasi ke bulan baru. Ulangi dengan leave-one-year-out bila data memadai.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Laporkan Brier score, calibration slope dan AUC khusus test yang benar-benar belum disentuh.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Jangan memilih cut-off berdasarkan test yang sama, karena hasil menjadi optimistis.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.5.3 Validasi lintas wilayah

Argumen dan prosedur ilmiah

Model dari Indonesia perlu diuji pada gurun Arab, lintang Eropa dan pantai selatan; tanpa itu klaim "global" belum sah. Cross validation dengan mengeluarkan seluruh kawasan memeriksa ketahanan terhadap regime yang berbeda. Kelompok daerah harus ditetapkan sebelum melihat hasil.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Buat lima blok iklim; latih pada empat dan uji blok tersisa; tampilkan galat tiap blok.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Perbedaan prevalensi laporan "seen" antarnegara dapat memengaruhi kalibrasi.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.5.4 Metrik evaluasi probabilitas

Argumen dan prosedur ilmiah

Akurasi klasifikasi saja menyembunyikan bias bila sukses jarang atau berlebihan. Brier score mengukur kecocokan probabilitas dan outcome; kalibrasi menilai apakah peristiwa yang diberi 70% benar-benar terjadi mendekati frekuensi tersebut di sampel representatif. Sensitivitas dan spesifisitas memerlukan definisi kategori negatif yang sah.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Buat reliability diagram pada kelompok valid dan plot interval keyakinan dengan bootstrap cluster.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Probabilitas dari model bukan bukti penampakan pada event individual.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.5.5 Ketidakpastian nilai ambang

Argumen dan prosedur ilmiah

Prediksi dekat batas geometri sangat peka terhadap koordinat, refraksi, horizon dan pilihan definisi. Daripada melaporkan klaim biner tegas, tampilkan margin terhadap ambang serta interval akibat variasi input. Kriteria empiris juga mempunyai sebaran observasi, sehingga threshold bukan batas fisis deterministik.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Jalankan simulasi sensitivitas input ± berbagai tingkat horizon dan refraksi yang masuk akal; nilai harus dicatat sebagai asumsi.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Ambang tidak diterapkan di luar domain pengembangan tanpa uji independen.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.6 Transparansi, komunikasi publik, dan audit buta

8.6.1 Pengelolaan laporan positif palsu

Argumen dan prosedur ilmiah

Objek seperti Venus, jejak pesawat, refleksi, flare optik atau artefak pemrosesan dapat tertukar dengan hilal. Verifikasi ideal menggunakan prediksi posisi, orientasi sabit, rangkaian citra RAW, pengamatan independen dan metadata alat. Penolakan tidak boleh dilakukan tanpa alasan terarsip.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Audit sejumlah citra ambigu dengan penilai buta dan kontrol positif/negatif.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Hasil “terlihat di foto” memerlukan standar verifikasi terpisah dari penglihatan langsung.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.6.2 Praregistrasi dan transparansi

Argumen dan prosedur ilmiah

Tentukan hipotesis, kriteria eksklusi, endpoint, kovariat dan evaluasi sebelum pengumpulan data. Ini mengurangi risiko memilih definisi negatif yang kebetulan membuat satu model tampak terbaik. Setiap pembaruan algoritma diberi nomor versi dan audit trail.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Buat repository berisi skema data, contoh satu lunasi, checksum tabel input dan script komputasi.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Data pribadi saksi dilindungi secukupnya; data ilmiah boleh dianonimkan.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.6.3 Aturan komunikasi hasil kepada publik

Argumen dan prosedur ilmiah

Gunakan frasa “secara astronomis memenuhi kriteria X”, “prediksi visibilitas kelas Y”, “langit diperkirakan berawan”, dan “terlihat menurut laporan Z” sebagai klaim berbeda. Jangan menulis “hilal pasti terlihat” hanya karena tinggi/elongasi melewati ambang, atau menyatakan “tidak ada hilal” hanya karena cuaca buruk.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Susun infografik empat panel geometri, atmosfer, prediksi, bukti pengamatan; uji pemahaman pembaca.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Keputusan administrasi kalender dipisahkan dari riset probabilitas melihat sabit.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.6.4 Audit model dengan observasi buta

Argumen dan prosedur ilmiah

Untuk menghindari overfitting terhadap kasus terkenal, simpan sebagian observasi yang belum diperlihatkan kepada analis model. Nilai threshold dan bobot atmosfer dibakukan sebelum data dibuka. Hasil laporan independen dibuka setelah prediksi disegel dan di-time-stamp.

Pelaksanaan yang baik mengawali setiap hitungan dengan satuan dan definisi baku, kemudian mempertahankan data mentah agar kesalahan dapat dilacak. Perbandingan memakai timestamp peristiwa, bukan hanya hari kalender. Tidak ada koefisien prediktif yang ditetapkan tanpa model dikalibrasi; setiap contoh komputasi hanya memeriksa konsekuensi dari asumsi dan bukan pengukuran cuaca riil.

Rancangan uji yang dapat direplikasi

Bandingkan performa model geometri saja, geometri+ERA5, geometri+foto horizon.

Kontrol mutu dan risiko salah simpul

Kesimpulan diterima hanya bila peningkatan terukur juga terjadi pada data luar sampel.

Berita acara / keluaran	Yang wajib tersedia
Input	koordinat, timestamp, definisi alat/sumber dan versi
Metode	langkah transformasi, penanganan data hilang, asumsi dan skrip
Keluaran	data numerik, interval ketidakpastian, status berhasil/gagal/tidak dapat dinilai
Audit	penelusuran ke laporan primer atau data resmi; keputusan eksklusi

Sumber dan status bukti: Pendekatan metodologi disintesis dari Doggett & Schaefer (1994), Odeh (2004), Hersbach dkk. (2020), NASA POWER, AERONET, WMO dan ICOP; ini panduan metode, bukan data observasi tersendiri.

8.7 Kesimpulan pokok dan rekomendasi penelitian

8.7.1 Kesimpulan geometri

Lintang dan bujur berperan secara esensial dalam pembentukan tinggi, azimut, dan waktu pengamatan hilal. Tetapi nilai koordinat bukan ukuran langsung kecerahan atau kemampuan deteksi. Hubungan matematisnya harus dirangkai dengan deklinasi, sudut jam, waktu lokal dan posisi Bulan, sedangkan hubungan terhadap hasil rukyat diuji pada dataset observasi yang benar-benar terverifikasi.

8.7.2 Kesimpulan atmosfer

Tutupan awan pada sektor hilal, massa udara, aerosol dan terang senja adalah penentu penting kualitas deteksi. RH, suhu, dan tekanan memiliki mekanisme nyata tetapi tidak menghasilkan satu persen peluang terlihat yang berlaku universal. Data meteorologi grid membantu studi regional, namun tidak menggantikan rekaman langit lokal yang dipakai pengamat.

8.7.3 Kekuatan dan batas literatur ilmiah

Artikel Doggett dan Schaefer, Schaefer, Yallop, Odeh dan penelitian Faid dkk. menunjukkan perkembangan dari ambang sederhana menuju klasifikasi geometri dan pengujian data observasi yang lebih luas. Literatur radiative transfer, aerosol, kontras visual dan reanalisis atmosfer memberi landasan mekanisme pendukung. Tidak satu pun pendekatan menghapus ketidakpastian cuaca menit-ke-menit atau bias laporan pengamat.

8.7.4 Rekomendasi bagi studi lanjutan

Penelitian selanjutnya dianjurkan mendefinisikan tujuan prediksi secara terukur, menggunakan koordinat serta skala waktu yang konsisten, membedakan kerangka topocentris–geocentris, merekam sektor awan aktual dan memverifikasi data positif maupun negatif. Model hendaknya divalidasi pada lokasi dan peristiwa yang tidak dipakai saat pengembangan agar kontribusi meteorologi dapat diukur secara jujur dan berulang.

8.8 Sintesis akhir dan agenda penelitian

8.8.1 Jawaban atas pertanyaan lintang dan bujur

Terdapat hubungan geometris yang kuat dan deterministik antara lokasi dengan tinggi, azimut, waktu terbenam, serta orientasi relatif Bulan–Matahari. Kekuatan ini merupakan sifat astronomi posisi dan dapat diuji menggunakan efemeris. Namun tidak ada bukti yang membenarkan satu koefisien sederhana lintang atau bujur sebagai jaminan hilal terlihat pada semua tanggal dan tempat. Hubungan observasional bersyarat pada orbit, tanggal, horizon, cuaca, instrumen dan saksi.

Satu peristiwa global cenderung menyediakan usia Bulan lebih lanjut bagi wilayah yang senjanya terjadi kemudian dalam UTC, tetapi kecenderungan tersebut bukan hukum monoton keterlihatan seiring perpindahan ke barat. Di lintang tinggi, ketiadaan sunset harian atau senja yang panjang mengubah definisi jendela; di garis lintang sedang, perbedaan musim ekliptika menimbulkan efek besar. Model harus menghitung geometri tiap lokasi pada jam setempat.

Kesimpulan statistik tentang efek murni lintang–bujur baru sah setelah data multisitus seimbang dan eksklusi meteorologi yang tidak menguntungkan didefinisikan. Diagram sebab-akibat menjelaskan mengapa memasukkan ARCV atau lag sebagai mediator dapat mengubah koefisien koordinat tanpa meniadakan peran koordinat.

8.8.2 Jawaban atas pertanyaan awan, RH, suhu dan aerosol

Tutupan awan tepat pada jalur pandang adalah pembatas paling langsung ketika menutup sabit, sementara aerosol dan hamburan senja menurunkan kontras walaupun langit tanpa awan. RH memodulasi aerosol higroskopis dan potensi kabut, tetapi tidak ekuivalen dengan peluang rukyat; suhu ikut mengendalikan titik embun, stratifikasi udara, refraksi dan performa optik. Setiap besaran harus diukur atau diestimasi dengan metode serta satuan yang sesuai.

Kondisi yang dialami pengamat hanya diwakili sebagian oleh data reanalisis grid. ERA5 dan NASA POWER unggul untuk membuat konteks geografis dan statistik historis; foto langit lokal serta instrumen meteorologi tetap dibutuhkan untuk menentukan apakah sektor sabit tertutup tepat saat pengamatan. Jendela waktu beberapa menit dapat menentukan hasil yang tak terbaca dari rata-rata harian.

Pada Indonesia yang beragam musim, data BMKG Zona Musim menghindari generalisasi bahwa semua kota menjalani periode mendung serupa. Perbandingan pulau besar dan pantai–pegunungan, dilengkapi kontrol atas awan dan horizon nyata, akan memberikan bukti lebih kuat daripada menghubungkan sukses dengan nama negara.

8.8.3 Agenda riset 2027–2031

Tahun pertama difokuskan pada standar metadata, audit arsip ICOP pilihan, pemilihan lokasi berdasarkan lintang, iklim dan profil horizon, serta penyiapan kamera sky-sector. Tahun kedua mengumpulkan dataset seragam sekurang-kurangnya di beberapa zona musim Indonesia dan mitra internasional. Tahun ketiga membangun model gabungan geometris–meteorologis dengan endpoint mata, optik, dan CCD yang dipisah.

Tahun keempat menempatkan model dalam uji validasi geografis terselubung dan publikasi data negatif sah. Tahun kelima mengevaluasi portabilitas, kondisi lintang tinggi, kebijakan pembukaan dataset serta kebutuhan memperbarui parameter. Jadwal adalah proposal riset, bukan agenda resmi lembaga; perinciannya akan tergantung pendanaan, etik dan dukungan situs.

Ukuran keberhasilan program bukan jumlah peta yang dihasilkan, melainkan berkurangnya kesalahan klasifikasi, makin baiknya kalibrasi probabilitas, keterulangan data, dan kemampuan memisahkan temuan fisika dari aturan penanggalan.

8.8.4 Integritas ilmiah dan batas kesimpulan

Buku ini menggunakan sumber primer terpilih untuk menjelaskan kasus aktual, dan atlas lokasi untuk mengusulkan pengujian baru. Tidak dibuat klaim bahwa penulis telah mengukur awan, RH, suhu atau AOD untuk semua negara. Tidak ada angka korelasi, p-value, peluang sukses ataupun hasil simulasi efemeris tanggal tertentu yang diisi tanpa eksekusi data nyata.

Kesimpulan mengenai dua pertanyaan utama bersifat mekanistis dan metodologis, selaras literatur Schaefer, Doggett dan Schaefer, Odeh serta penelitian optika dan meteorologi mutakhir. Kesimpulan kuantitatif baru dapat diambil setelah pengamatan dengan denominator yang jelas dan validasi di luar sampel.

Kriteria kalender dapat sangat berguna untuk sistem tanggal, namun tidak boleh dipakai sebagai identitas matematis visibilitas mata telanjang. Pemisahan itu merupakan prinsip yang menjaga riset hilal tetap terbuka, dapat dikritik, dan berkelanjutan.

LAMPIRAN A — LATIHAN DAN PEMBAHASAN TERARAH

Dua puluh soal berikut diambil dan diperluas dari latihan konseptual pada naskah kajian terdahulu, tetapi disusun kembali sebagai materi mandiri. Seluruh contoh numerik merupakan perhitungan edukatif.

Soal 01. Apa beda posisi geografis dan parameter visibilitas?

Pembahasan. Lintang, bujur, elevasi menentukan lokasi dan orientasi pengamat; parameter visibilitas adalah tinggi, azimut, lebar sabit, kontras, dan kondisi atmosfer yang dihitung/diukur dari lokasi dan waktu itu.

Soal 02. Mengapa lintang tidak cukup menentukan tinggi Bulan?

Pembahasan. Persamaan sin h melibatkan lintang φ, deklinasi δ, dan sudut jam H. Tanpa tanggal/waktu dan posisi Bulan hasil tidak dapat ditentukan.

Soal 03. Apa arti selisih bujur 30° dalam pendekatan waktu Matahari?

Pembahasan. 30° / 15° per jam ≈ 2 jam. Ini tidak sama dengan selisih sunset UTC persis, karena terdapat faktor lain.

Soal 04. Dapatkah satu bujur mempunyai kualitas visibilitas berbeda pada lintang berbeda?

Pembahasan. Ya. Lintang mengubah orientasi horizon dan tinggi; cuaca dan horizon nyata dapat berbeda.

Soal 05. Mengapa elongasi saja tidak sama dengan ARCV?

Pembahasan. Elongasi menyatakan pemisahan sudut dua arah di langit; ARCV menyatakan komponen pemisahan ketinggian. Komponen azimut juga berperan.

Soal 06. Mengapa usia Bulan tidak boleh menjadi satu-satunya kriteria rukyat?

Pembahasan. Umur Bulan tidak secara langsung memuat tinggi pada sunset, lebar sabit, orientasi dan transparansi atmosfer.

Soal 07. Apakah lebih ke barat selalu lebih mudah melihat hilal?

Pembahasan. Tidak selalu. Pengamatan lebih lambat dapat menambah umur Bulan, tetapi musim, lintang, geometri dan cuaca dapat mengubah peluang.

Soal 08. Apa beda geosentris dan toposentris?

Pembahasan. Geosentris dari pusat Bumi; toposentris dari titik pengamat. Paralaks Bulan membuat hasil lokal tidak identik.

Soal 09. Mengapa tinggi hilal 4° tidak otomatis bebas dari penghalang?

Pembahasan. Bukit, gedung atau profil horizon setempat dapat lebih tinggi dari 4° pada azimut hilal.

Soal 10. Mengapa grid lebih halus belum tentu menghasilkan peta visibilitas lebih akurat?

Pembahasan. Resolusi grid hanya menambah titik komputasi; ketelitian cuaca, horizon, dan model observasi tidak otomatis meningkat.

Soal 11. Apa perbedaan awan 60% dan peluang hilal tertutup 60%?

Pembahasan. Awan 60% adalah fraksi tutupan area model; bukan probabilitas spesifik garis pandang pada azimut dan tinggi hilal.

Soal 12. Mengapa awan rendah/menengah/tinggi tidak boleh dijumlah?

Pembahasan. Lapisan dapat tumpang tindih vertikal dan masing-masing merupakan fraksi yang berbeda.

Soal 13. Apa peran kelembapan pada aerosol higroskopis?

Pembahasan. Uap air meningkatkan ukuran sebagian partikel dan hamburan; dampaknya bergantung jenis aerosol sehingga RH bukan penentu tunggal.

Soal 14. Apa arti selisih T − Td yang kecil?

Pembahasan. Udara mendekati kejenuhan dan berpotensi kondensasi/kabut bila kondisi pendukung terpenuhi; bukan jaminan kabut.

Soal 15. Mengapa massa udara di tinggi 5° melebihi 20°?

Pembahasan. Lintasan optik atmosfer lebih panjang dekat horizon; model Kasten–Young menghitungnya secara kuantitatif.

Soal 16. Bila k = 0,20 dan X = 3, berapa Δm?

Pembahasan. $\Delta m = k \times X = 0{,}60$ magnitudo. k yang digunakan hanya ilustratif.

Soal 17. Mengapa data ERA5 tidak boleh dinyatakan sebagai citra langit persis saat Magrib?

Pembahasan. ERA5 merupakan estimasi reanalisis pada grid dan langkah waktu, bukan observasi kamera di azimut spesifik.

Soal 18. Apa yang harus dicatat ketika memakai NASA POWER per jam?

Pembahasan. Variabel dan unit, metadata dataset, koordinat, resolusi, rentang waktu, serta penggunaan UTC atau LST.

Soal 19. Apa beda kategori prediksi visibilitas dengan ketentuan kalender?

Pembahasan. Model visibilitas memprediksi kondisi deteksi sesuai masukan dan data rujukannya; suatu aturan kalender menggunakan ketentuan keputusan sendiri. Kedua tujuan harus dipisahkan.

Soal 20. Bagaimana menguji apakah atmosfer menambah ketepatan prediksi hilal?

Pembahasan. Bandingkan model geometri saja dengan geometri+meteorologi pada data rukyat independen, kendalikan pengamat/alat/waktu, lalu laporkan metrik validasi.

A.1 Soal pengembangan riset

1. Rancang sampling global yang mencakup strata lintang, bujur, ketinggian dan musim. Jelaskan cara menguji konvergensi grid geometri 5° × 5° menuju 1° × 1° tanpa menganggap resolusi cuaca ikut meningkat.
2. Susun protokol yang membedakan hasil positif, negatif valid, terhalang awan, terhalang horizon dan tidak diobservasi; uraikan alasan ilmiah pemisahan label.
3. Bandingkan ERA5 pada saat senja dengan kamera horizon barat, dan jelaskan faktor kesalahan spasial, temporal serta segmentasi awan.
4. Bangun rancangan model statistik berkelompok berdasarkan lunasi dan situs untuk mempelajari pengaruh lintang setelah variabel geometri dan atmosfer dimasukkan.
5. Desain tiga peta sejajar: geometri hisab, kondisi atmosfer dan pengamatan yang telah diverifikasi; tetapkan legenda agar ketiganya tidak disalahartikan sebagai satu keluaran.
6. Jelaskan bagaimana menguji interaksi RH×AOD tanpa menafsirkan korelasi sebagai sebab-akibat langsung.

LAMPIRAN B — GLOSARIUM ISTILAH

Aerosol — Partikel padat atau cair yang tersuspensi dalam udara.

Air mass — Ukuran panjang relatif lintasan optik atmosfer.

AOD — Aerosol optical depth, indikator ekstingsi aerosol kolom.

ARCL — Pemisahan sudut Bulan–Matahari sesuai definisi model.

ARCV — Beda tinggi atau arc of vision menurut definisi model.

Azimut — Sudut arah pada bidang horizon dari arah acuan.

Bujur — Koordinat geografis timur–barat terhadap meridian nol.

Cloud fraction — Fraksi tutupan awan pada area atau grid tertentu.

Crescent width — Lebar sabit yang dipakai pada model tertentu.

DAZ — Selisih azimut Bulan dan Matahari.

Deklinasi — Koordinat sudut benda langit relatif terhadap ekuator langit.

Efemeris — Data atau model posisi benda langit terhadap waktu.

Ekstingsi — Pelemahan cahaya oleh serapan dan hamburan.

Elevasi — Ketinggian lokasi dari datum yang dinyatakan.

Geosentris — Dihitung dari pusat Bumi.

Horizon aktual — Batas pandang yang memperhitungkan topografi dan penghalang.

Iluminasi — Fraksi bagian cakram Bulan yang terang dilihat pengamat.

Ijtimak — Konjungsi astronomis ketika bujur ekliptika Bulan–Matahari sesuai definisi.

Kalibrasi — Pemeriksaan hubungan keluaran instrumen atau model dengan acuan.

Kecerahan langit — Luminansi latar atmosfer di sekitar benda langit.

Kontras — Perbedaan luminansi objek terhadap latar.

Lag terbenam — Selisih waktu terbenam Bulan terhadap Matahari.

Lintang — Koordinat geografis utara–selatan.

Luminansi — Besaran fotometrik terang per satuan luas tampak.

Magrib — Periode sesudah Matahari terbenam dalam konteks pengamatan ini.

Massa udara — Lihat air mass.

Moonset — Saat Bulan terbenam menurut definisi komputasi.

Oktas — Skala pelaporan tutupan awan dalam perdelapan bagian langit.

Opasitas — Derajat ketidaktembusan medium terhadap radiasi.

Paralaks — Perbedaan arah tampak akibat perubahan posisi pengamat.

Radiometri — Pengukuran energi radiasi elektromagnetik.

Reanalisis — Rekonstruksi atmosfer yang menggabungkan model dan observasi.

Refraksi — Pembelokan arah cahaya akibat perubahan indeks bias.

Rukyat — Proses pengamatan langsung hilal.

Seeing — Perubahan mutu citra akibat turbulensi atmosfer.

Solar time — Waktu yang diturunkan dari posisi Matahari lokal.

Sunset — Saat Matahari terbenam sesuai definisi yang dipakai.

Toposentris — Dihitung dari posisi pengamat di permukaan Bumi.

Tutupan awan — Bagian langit/area yang tertutup awan.

Validasi eksternal — Pengujian pada sampel yang independen dari pengembangan model.

Visibilitas horizontal — Jarak tampak untuk target horizontal menurut metode meteorologi.

W — Lebar sabit dalam model yang menyatakannya.

Zona waktu — Standar administratif penunjukan waktu, tidak sama dengan waktu Matahari.

DAFTAR PUSTAKA — RUJUKAN ILMIAH DAN SUMBER DATA

Referensi di bawah dipilih dari artikel terbitan jurnal internasional serta dokumen resmi lembaga sains. Tahun, volume, halaman dan DOI dicantumkan bila telah teridentifikasi. Laman dokumentasi dinamis perlu diperiksa kembali pada tanggal penggunaan. Daftar ini bukan klaim bahwa seluruh model atau data disepakati tanpa perdebatan.

Bruin, F. (1977). The first visibility of the lunar crescent. Vistas in Astronomy, 21(4), 331–358. DOI: 10.1016/0083-6656(77)90021-6. [Tautan sumber]

Crumey, A. (2014). Human contrast threshold and astronomical visibility. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 442(3), 2600–2619. DOI: 10.1093/mnras/stu992. [Tautan sumber]

Doggett, L. E., & Schaefer, B. E. (1994). Lunar crescent visibility. Icarus, 107(2), 388–403. DOI: 10.1006/icar.1994.1031. [Tautan sumber]

ECMWF. ERA5 data documentation. ECMWF Confluence Knowledge Base (dokumentasi variabel dan metadata). [Tautan sumber]

ECMWF. Parameter Database: Total cloud cover (param. 164; fraksi 0–1). [Tautan sumber]

Faid, M. S., Mohd Nawawi, M. S. A., Mohd Saadon, M. H., Abdul Wahab, R., Ahmad, N., Nahwandi, M. S., Ahmed, I., & Mohamed, I. (2024). Assessment and review of modern lunar crescent visibility criterion. Icarus, 412, 115970. DOI: 10.1016/j.icarus.2024.115970. [Tautan sumber]

Hersbach, H., et al. (2020). The ERA5 global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146(730), 1999–2049. DOI: 10.1002/qj.3803. [Tautan sumber]

Holben, B. N., et al. (1998). AERONET—A federated instrument network and data archive for aerosol characterization. Remote Sensing of Environment, 66(1), 1–16. DOI: 10.1016/S0034-4257(98)00031-5. [Tautan sumber]

Ilyas, M. (1994). Lunar crescent visibility criterion and Islamic calendar. Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 35, 425–461. [Tautan sumber]

Kasten, F., & Young, A. T. (1989). Revised optical air mass tables and approximation formula. Applied Optics, 28(22), 4735–4738. DOI: 10.1364/AO.28.004735. [Tautan sumber]

NASA POWER. Hourly API documentation: data temporal per jam, parameter meteorologi dan radiasi. [Tautan sumber]

Odeh, M. S. (2004). New criterion for lunar crescent visibility. Experimental Astronomy, 18, 39–64. DOI: 10.1007/s10686-005-9002-5. [Tautan sumber]

Park, R. S., Folkner, W. M., Williams, J. G., & Boggs, D. H. (2021). The JPL planetary and lunar ephemerides DE440 and DE441. The Astronomical Journal, 161, 105. DOI: 10.3847/1538-3881/abd414. [Tautan sumber]

Pöschl, U. (2005). Atmospheric aerosols: Composition, transformation, climate and health effects. Angewandte Chemie International Edition, 44(46), 7520–7540. DOI: 10.1002/anie.200501122. [Tautan sumber]

Schaefer, B. E. (1988). Visibility of the lunar crescent. Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 29, 511–523. NASA NTRS ID: 19890038957. [Tautan sumber]

Schaefer, B. E. (1996). Lunar crescent visibility. Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 37(4), 759–768. [Tautan sumber]

Tang, I. N. (1996). Chemical and size effects of hygroscopic aerosols on light scattering coefficients. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 101(D14), 19245–19250. DOI: 10.1029/96JD03003. [Tautan sumber]

U.S. Naval Observatory. Crescent Moon Visibility. Astronomical Applications Department. [Tautan sumber]

WMO. International Cloud Atlas, Section 2.7.3: Total cloud cover and cloud amount. [Tautan sumber]

WMO. Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). [Tautan sumber]

Yallop, B. D. (1997; updated 1998). A method for predicting the first sighting of the new crescent Moon. HM Nautical Almanac Office Technical Note No. 69. [Tautan sumber]

DAFTAR RUJUKAN TAMBAHAN DAN SUMBER KASUS AKTUAL

- *International Astronomical Center. Islamic Crescents Observation Project (ICOP), repository laporan bulanan sejak 1998. https://astronomycenter.net/icop.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Ramadan 1446 AH—peta prediksi dan laporan observasi Indonesia, Australia, Bangladesh, Arab Saudi, Mesir dan Eropa. https://astronomycenter.net/icop/ram46.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Shawwal 1446 AH—laporan observasi dan tanggal resmi awal bulan lintas negara. https://astronomycenter.net/icop/shw46.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Dhul Qeadah 1445 AH. https://astronomycenter.net/icop/kea45.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Dhul Hijjah 1445 AH. https://astronomycenter.net/icop/hej45.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Rajab 1446 AH. https://astronomycenter.net/icop/raj46.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Rabiulakhir 1447 AH. https://astronomycenter.net/icop/rat47.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Safar 1448 AH. https://astronomycenter.net/icop/saf48.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Rabiulakhir 1448 AH (contoh Bolton). https://astronomycenter.net/icop/rat48.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *International Astronomical Center. ICOP: Dhul Qeadah 1447 AH. https://astronomycenter.net/icop/kea47.html?l=en (diakses 5 November 2026).*
- *BMKG. Peta Ketinggian Hilal, arsip tahunan dan informasi hisab Indonesia. https://www.bmkg.go.id/tanda-waktu/peta-ketinggian-hilal (diakses 5 November 2026).*
- *BMKG. Informasi Prakiraan Hilal saat Matahari Terbenam 29–30 Maret 2025, Penentu Awal Syawal 1446 H. https://www.bmkg.go.id/tanda-waktu/hilal-gerhana/informasi-prakiraan-hilal-saat-matahari-terbenam-tanggal-29-dan-30-maret-2025-penentu-awal-bulan-syawal-1446-h*
- *BMKG. Buku Pemutakhiran Zona Musim Indonesia Periode 1991–2020. https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/buletin/Buku_ZOM9120_versi_cetak.pdf*
- *MoonCalc.org. Moon position, moon phases, rise and set trajectories; documentation of selected coordinates. https://www.mooncalc.org/ (diakses 5 November 2026).*
- *Timeanddate.com. Moonrise, Moonset and Moon Phase, Jakarta; tabel mencantumkan waktu lokal dan refraksi. https://www.timeanddate.com/moon/indonesia/jakarta (diakses 5 November 2026).*
- *Hersbach, H., et al. (2020). The ERA5 global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146, 1999–2049. https://doi.org/10.1002/qj.3803.*
- *Kasten, F., & Young, A. T. (1989). Revised optical air mass tables and approximation formula. Applied Optics, 28(22), 4735–4738. https://doi.org/10.1364/AO.28.004735.*
- *Holben, B. N., et al. (1998). AERONET—A federated instrument network and data archive for aerosol characterization. Remote Sensing of Environment, 66(1), 1–16. https://doi.org/10.1016/S0034-4257(98)00031-5.*

- *Park, R. S., Folkner, W. M., Williams, J. G., & Boggs, D. H. (2021). The JPL planetary and lunar ephemerides DE440 and DE441. Astronomical Journal, 161, 105. https://doi.org/10.3847/1538-3881/abd414.*
- *Doggett, L. E., & Schaefer, B. E. (1994). Lunar crescent visibility. Icarus, 107(2), 388–403. https://doi.org/10.1006/icar.1994.1031.*
- *Schaefer, B. E. (1988). Visibility of the lunar crescent. Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 29, 511–523. NASA NTRS: https://ntrs.nasa.gov/citations/19890038957.*
- *Odeh, M. S. (2004/2006). New criterion for lunar crescent visibility. Experimental Astronomy, 18, 39–64. https://doi.org/10.1007/s10686-005-9002-5.*
- *Crumey, A. (2014). Human contrast threshold and astronomical visibility. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 442(3), 2600–2619. https://doi.org/10.1093/mnras/stu992.*
- *Alhan, D. K., Ruslandi, & Ismail (2025). Analisis Tingkat Kecerahan Langit Malam Terhadap Visibilitas Hilal Menggunakan Sky Quality Meter di Observatorium Malikussaleh IAIN Lhokseumawe. Astroislamica, 4(1). https://doi.org/10.47766/astroislamica.v4i1.3374.*
- *Copernicus Climate Data Store. ERA5 hourly data on single levels (dataset dan metadata resmi). https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels (diakses 5 November 2026).*
- *NASA Langley Research Center. POWER project: Prediction Of Worldwide Energy Resources. https://power.larc.nasa.gov/ (diakses 5 November 2026).*


+ HCl
computation
computing
- 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

VISIBILITAS HILAL

KAJIAN ASTRONOMI, GEOGRAFI, OPTIKA ATMOSFER, DAN METEOROLOGI

SINOPSIS BUKU

Buku ini mengkaji secara komprehensif visibilitas hilal dari perspektif lintas disiplin, meliputi astronomi posisi, geografi, optika atmosfer, meteorologi, serta pendekatan empiris–statistik. Pembahasan dimulai dari konsep dasar hilal, geometri Matahari–Bulan, parameter penting (tinggi hilal, elongasi, iluminasi, umur Bulan, dan waktu pengamatan), hingga faktor-faktor lingkungan yang menentukan keberhasilan pengamatan.

Salah satu fokus utama buku ini adalah hubungan antara posisi lintang dan bujur tempat dengan peluang keterlihatan hilal. Melalui analisis teoritis, pemodelan, dan kajian data global—termasuk Indonesia—dibahas bagaimana variasi lintang, bujur, musim, dan deklinasi Matahari memengaruhi tinggi hilal, durasi hilal di langit, kontras cahaya, serta jendela pengamatan.

Buku ini juga menguraikan secara mendalam pengaruh kondisi geografis dan atmosfer, seperti tutupan awan, jenis awan, kelembapan relatif, suhu, tekanan udara, aerosol, transparansi atmosfer, dan polusi cahaya, terhadap visibilitas hilal. Analisis didukung oleh data dan contoh kasus dari berbagai negara di dunia serta laporan pengamatan ICOP, MoonCalc, Timeanddate, BMKG, ERA5, dan NASA POWER.

Dengan pendekatan ilmiah yang sistematis, buku ini menyajikan teori, metode, data, studi kasus, serta rancangan penelitian yang dapat digunakan oleh akademisi, peneliti, petugas observatorium, dan pengamat hilal untuk memahami, memprediksi, dan mengevaluasi visibilitas hilal secara lebih akurat, objektif, dan dapat direplikasi.

Pokok Bahasan Utama

- Konsep dan parameter visibilitas hilal modern
- Geometri astronomi dan perhitungan hilal
- Pengaruh lintang–bujur terhadap keterlihatan hilal
- Optika atmosfer: hamburan, ekstingsi, dan kontras cahaya
- Meteorologi: awan, kelembapan, suhu, tekanan, dan aerosol
- Kajian empiris global (ICOP, MoonCalc, Timeanddate, dll.)
- Studi kasus Indonesia dan berbagai wilayah dunia
- Pemodelan, evaluasi kriteria, dan rancangan penelitian

KASMUI