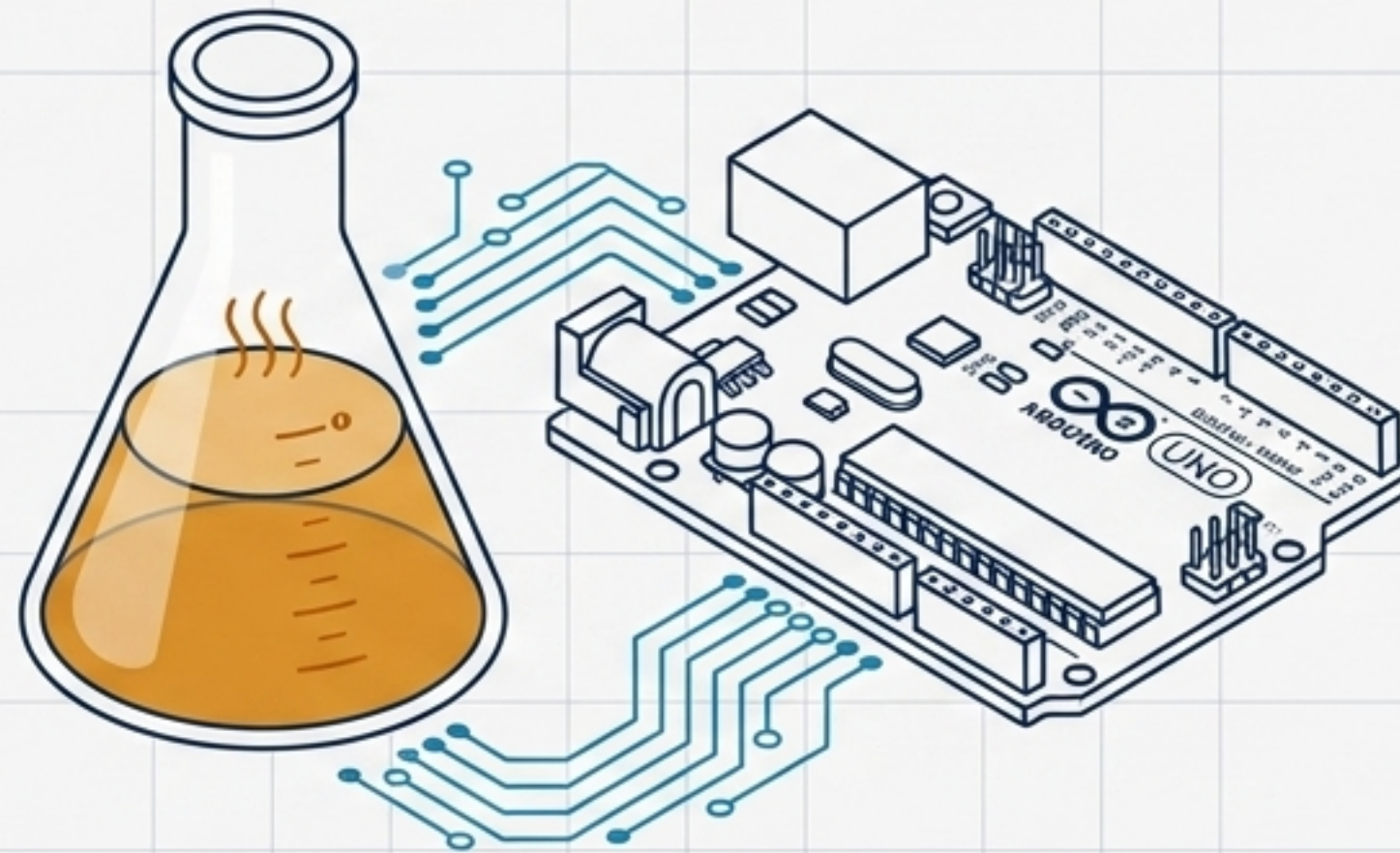


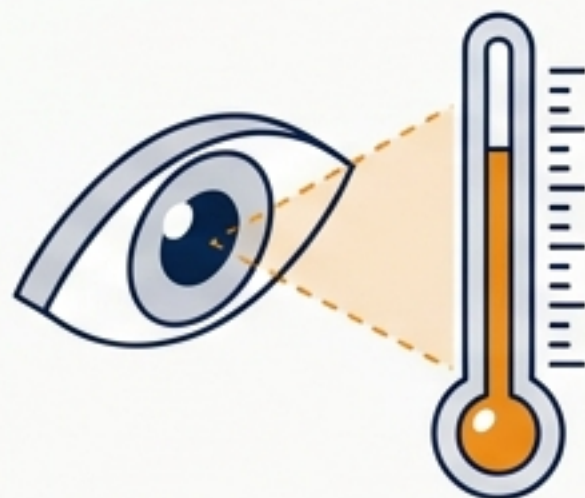
SENSOR & ARDUINO UNTUK PRAKTIKUM DI LABORATORIUM KIMIA PRAKTIKUM DI LABORATORIUM KIMIA

Transformasi Laboratorium Abad 21: Dari Pengamatan Makroskopis
Menuju Akuisisi Data Waktu-Nyata (Chemistry 4.0)



Mengapa Praktikum Kimia Harus Berubah?

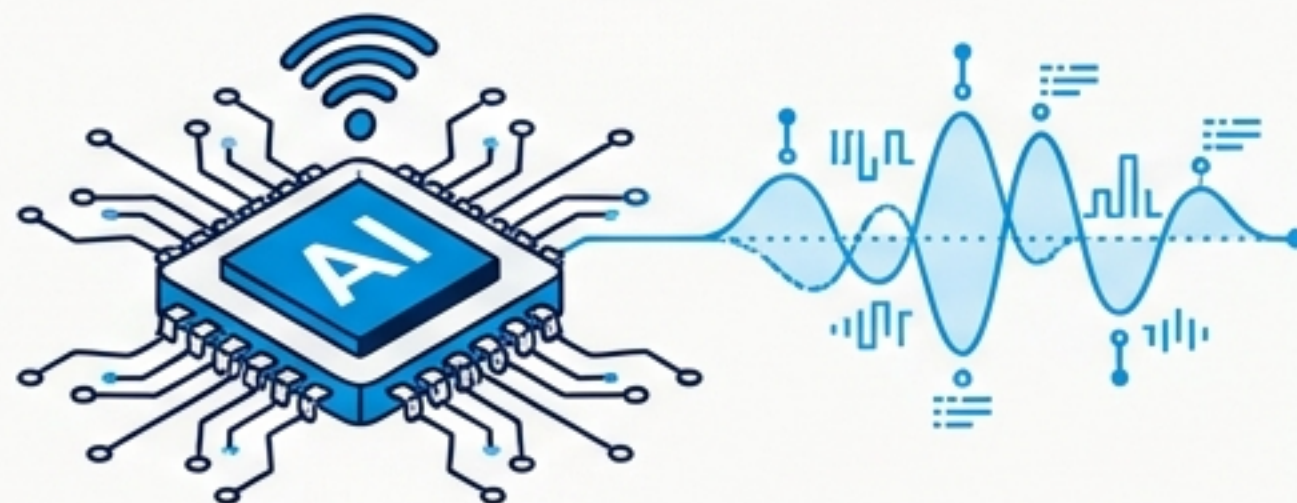
Era Konvensional (Cookbook Chemistry)



- Resolusi diskrit (hanya membaca data awal & akhir)
- Rentan bias mata manusia dan ralat paralaks
- Instrumen pasif tanpa umpan balik analitik

Kelemahan: Gagal menangkap kurva Hukum Pendinginan Newton yang bergerak cepat.

Era Chemistry 4.0



- Resolusi kontinu (Data waktu-nyata 100 milidetik)
- Kuantisasi akurat via **Analog-to-Digital Converter**
- Instrumen cerdas terhubung ke komputer/IoT

Sains modern menuntut pemantauan termodinamika secara kontinu, bukan sekadar menebak hasil akhir.

Meruntuhkan Sindrom Kotak Hitam

Before → After

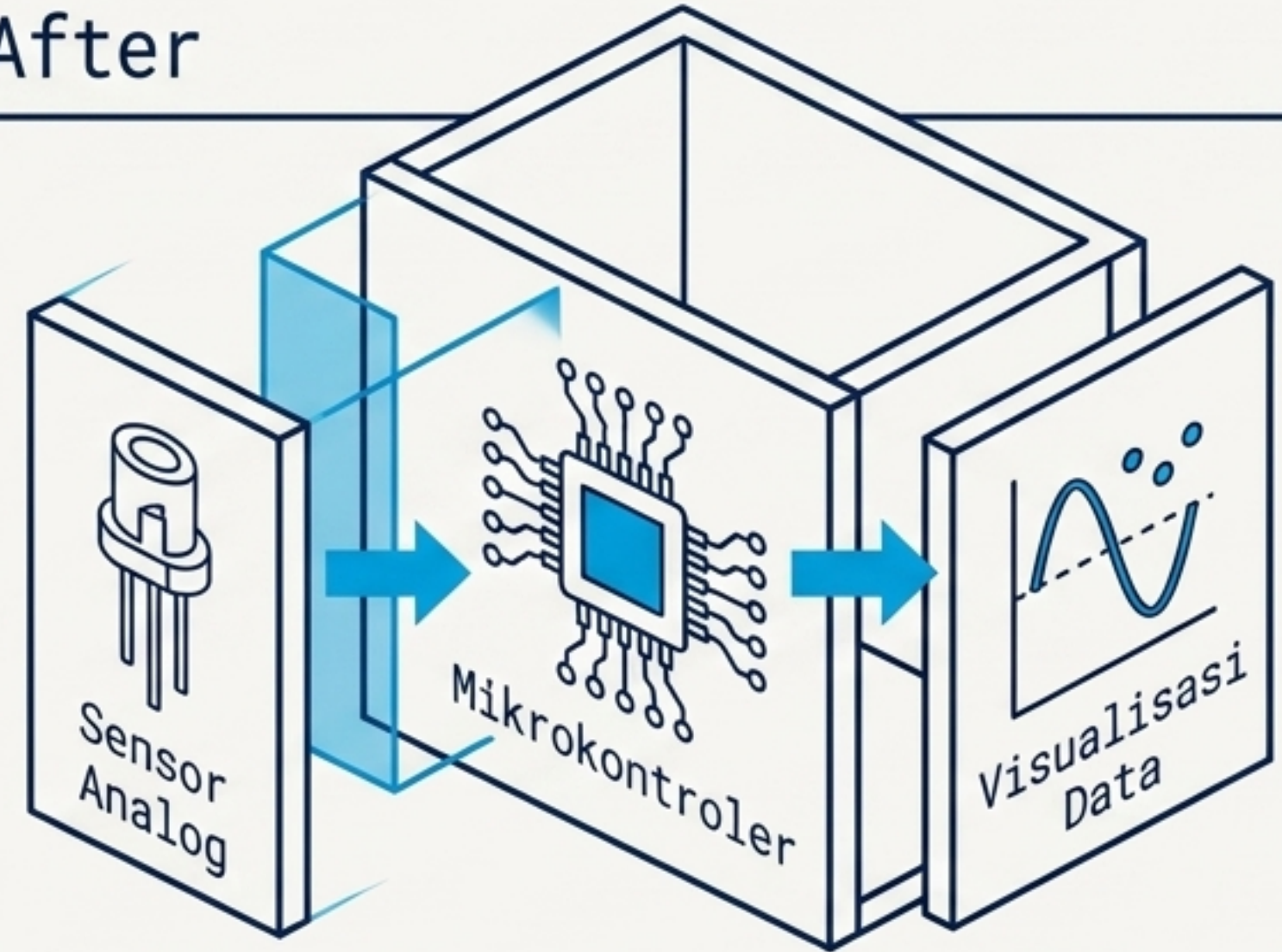
Instrumen Komersial

Sampe1
Masuk

?

Angka
Layar

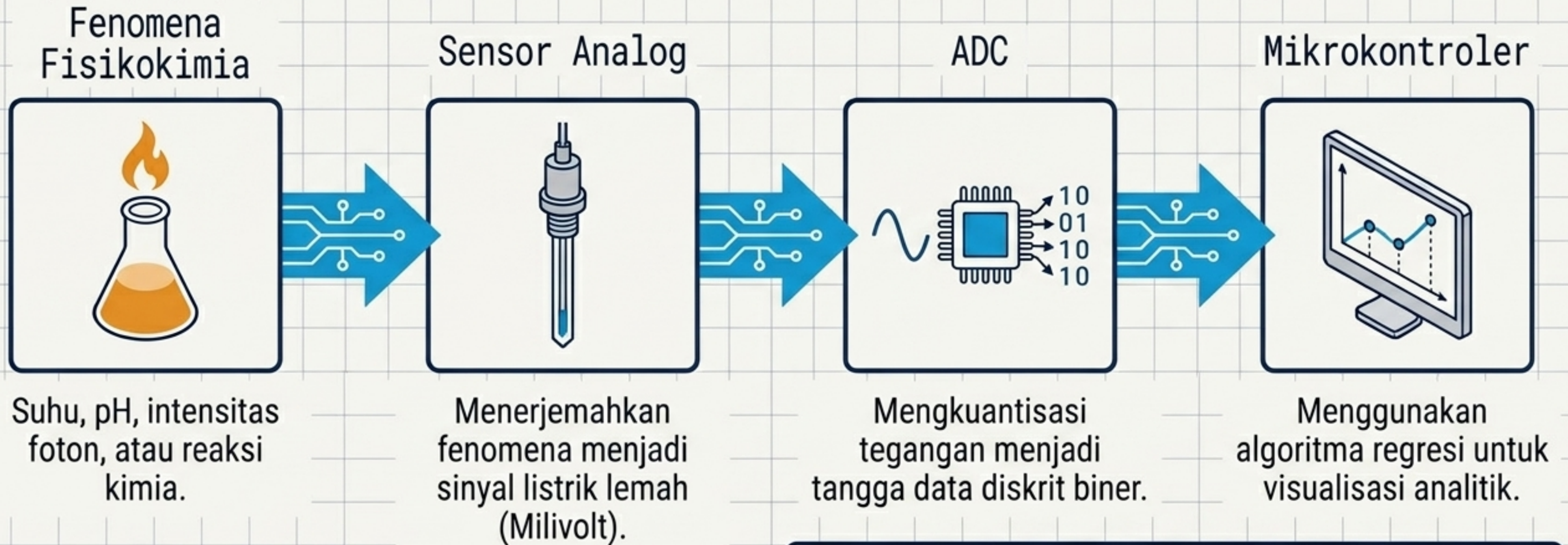
Mahasiswa bertindak sebagai Operator Alat.
Pemahaman transduksi fisis terputus.



Mahasiswa menjadi Arsitek Data.
Menguasai prinsip dasar transduksi sinyal.

Peralatan Open-Source meruntuhkan tembok antara ilmu kimia murni dan teknik elektronika.

Jembatan Fisikokimia ke Digital

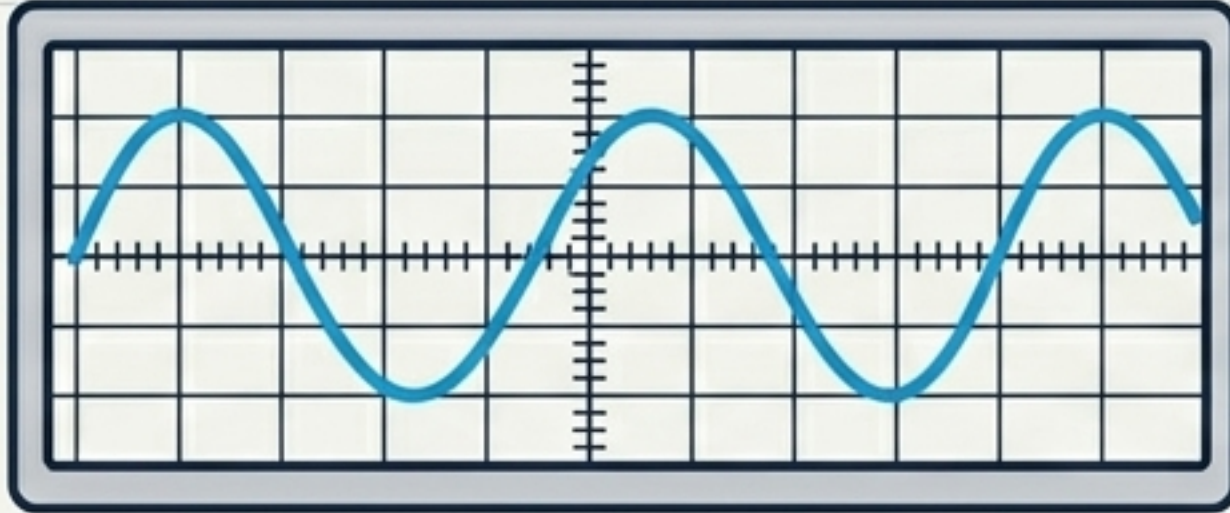


Kunci resolusi alat Anda adalah resolusi ADC. ADC 10-bit pada Arduino Uno membagi tegangan referensi 5V menjadi 1.024 tingkat diskrit -
→ Resolusi maksimal 4,88 milivolt per tingkat.

Matriks Pemilihan Otak Instrumen

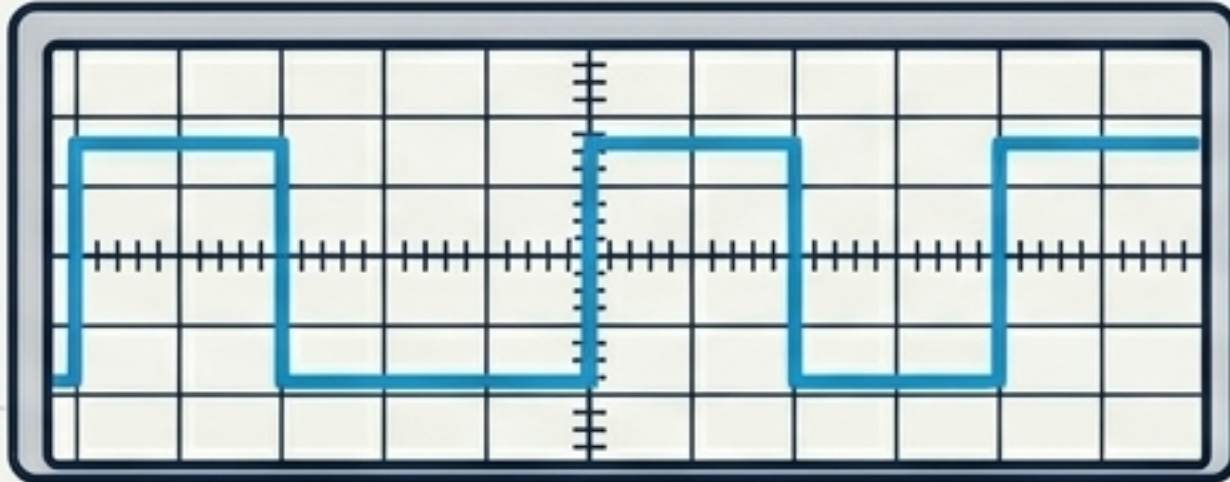
Arduino Uno (Klasik)	Arduino Nano (Portabel)	ESP32 (IoT/Cloud)
Spesifikasi: 8-bit (ATmega328P), Logika 5V	Spesifikasi: 8-bit, Logika 5V, Faktor Bentuk SMD miniatur	Spesifikasi: 32-bit Dual Core, Wi-Fi/Bluetooth, Logika 3.3V
Penggunaan Ideal: Instrumen lab standar. Kompatibel langsung dengan mayoritas sensor analitik.	Penggunaan Ideal: Instrumen portabel / Point-of-Care Testing in-situ.	Penggunaan Ideal: Pemantauan lemari asam (fume hood) jarak jauh.
	HATI-HATI: Menghubungkan modul sensor kimia 5V secara langsung ke pin logika 3.3V ESP32 akan membakar mikrokontroler secara permanen!	

Topologi Sinyal di Meja Lab



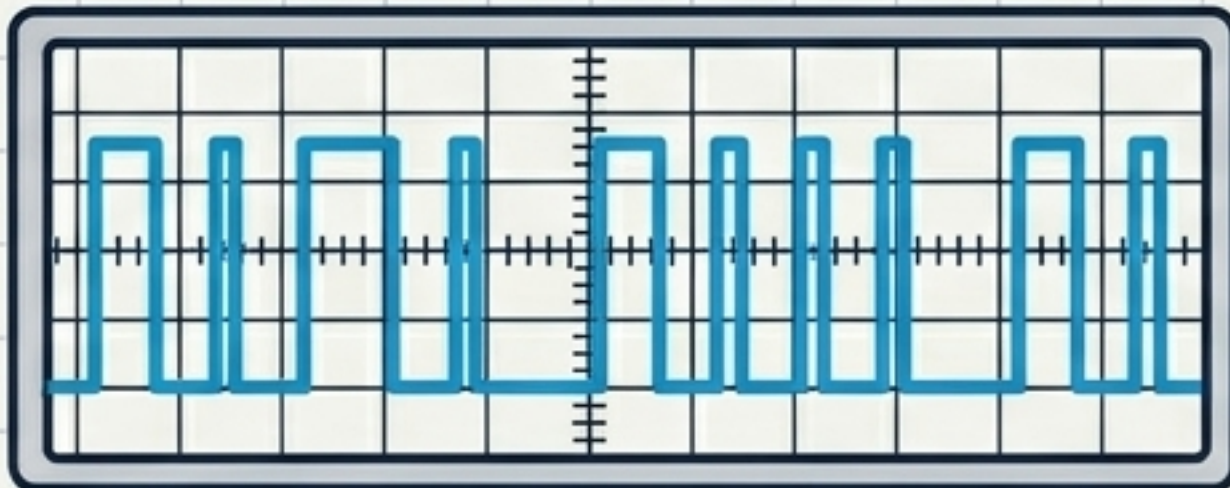
1. Sinyal Analog

Rentang kontinu 0-5V. Digunakan untuk merekam termodinamika (suhu, pH). Sangat rentan terhadap gangguan derau (noise).



2. Sinyal Digital

Logika biner absolut (TINGGI/RENDAH). Digunakan untuk peristiwa diskrit seperti menghitung tetesan titran (Optical Drop Counter).



3. PWM (Pulse Width Modulation)

Pseudo-analog. Sinyal digital berkedip cepat untuk meniru output analog. Digunakan untuk mengatur laju pengaduk magnetik tanpa resistor.

Anatomi Perangkat Lunak (Arduino IDE)

`void setup()`

Dieksekusi satu kali saat alat dihidupkan.

Analogi Kimia

Fase Persiapan

Analogi dengan melakukan kalibrasi alat dasar, tare neraca analitik, atau inisialisasi laju data.



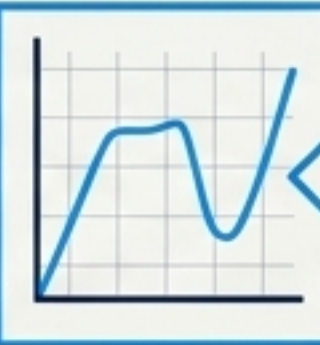
`void loop()`

Dieksekusi berulang kali dalam kecepatan tak terbatas.

Analogi Kimia

Pemantauan Kinetika

Proses akuisisi data sensor terus-menerus hingga reaksi mencapai ekuilibrium.



SERIAL PLOTTER: Mengubah deretan angka mentah menjadi kurva termodinamika dinamis secara seketika di layar.

Komponen Kritis yang Sering Diabaikan

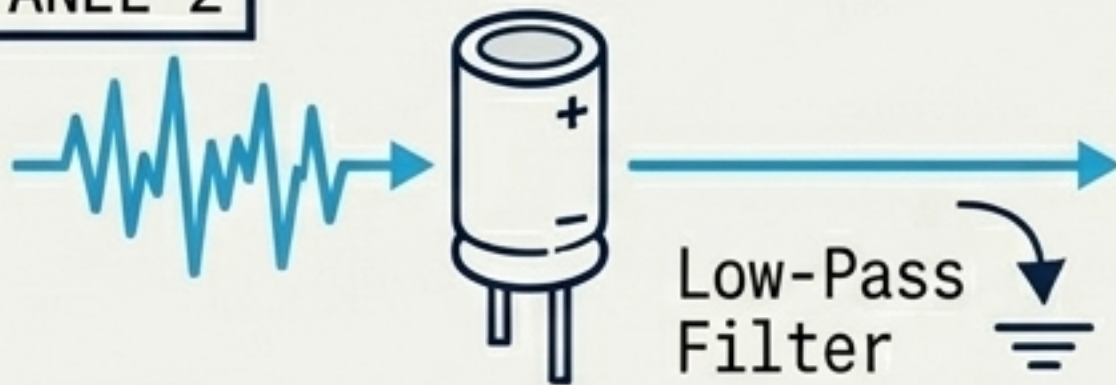
PANEL 1



Resistor 1% (Metal Film)

Berfungsi sebagai pembagi tegangan. Wajib menggunakan toleransi 1%. Resistor karbon 5% memicu pergeseran kalibrasi (*baseline shift*) akibat fluktuasi suhu ruang.

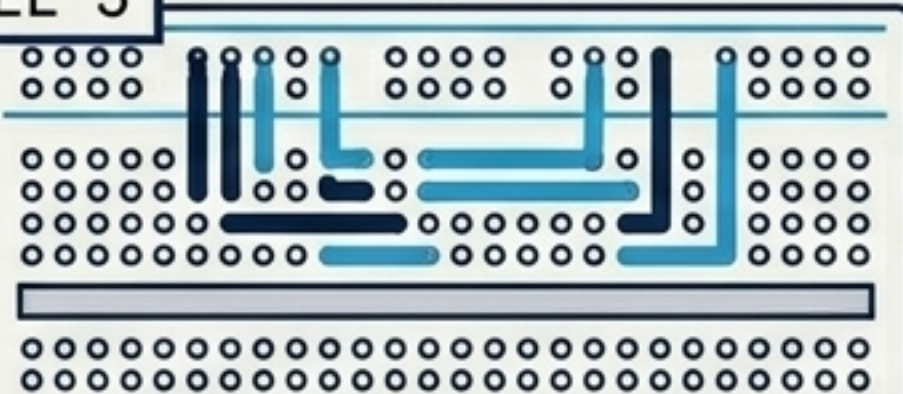
PANEL 2



Kapasitor (Filter Derau)

Bertindak sebagai *Low-Pass Filter*. Lingkungan lab dipenuhi derau elektromagnetik oven. Kapasitor membuang frekuensi tinggi dan menstabilkan ADC.

PANEL 3

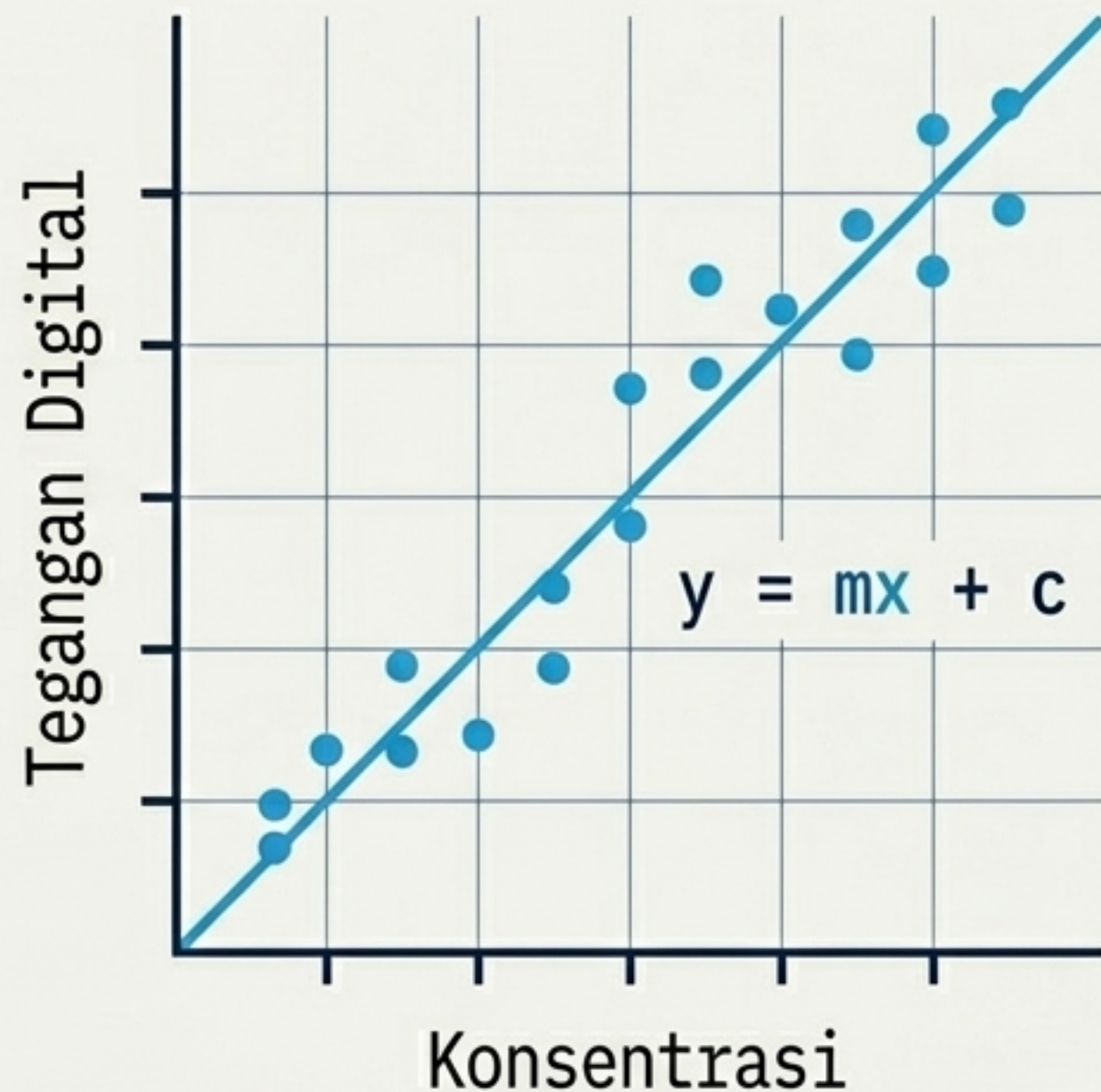


Breadboard & Jumper

Kabel jumper panjang bertindak seperti antena elektromagnetik yang merusak data analitik. Jaga jalur sirkuit sependek mungkin.

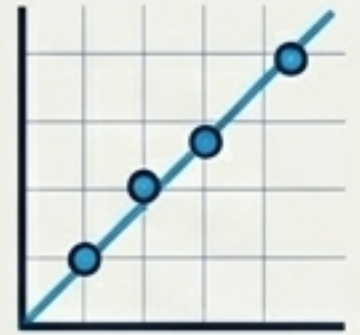
Metrologi: Memvalidasi Instrumen Rakitan

Merakit adalah separuh jalan, memvalidasinya adalah sains yang sesungguhnya.



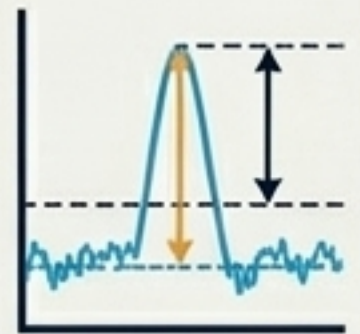
1. Kalibrasi Multitik

Bangun persamaan linear.
Wajib memenuhi nilai koefisien determinasi $R^2 > 0.995$.



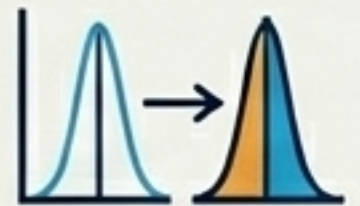
2. Penentuan Batas Deteksi (LoD)

Berbasis *Signal-to-Noise Ratio* dari 20 kali pembacaan blanko. Rumus:
Rumus: $LoD = (3 \times Sb) / m$



3. Validasi Statistik Komparatif

Gunakan Uji-t (kesamaan rata-rata) dan ANOVA (presisi) dengan menyandingkan data alat rakitan melawan instrumen ISO komersial.

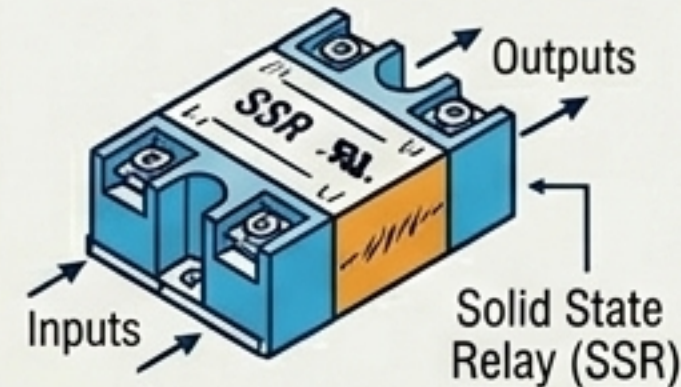
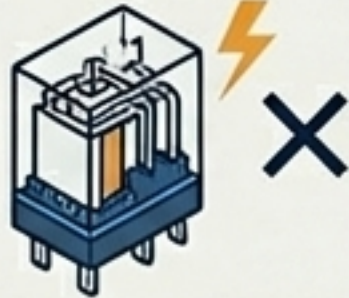


Paradigma Keselamatan (K3) Era Elektronika

Risk & Mitigation Matrix



Percikan Api (Uap Pelarut Volatil)

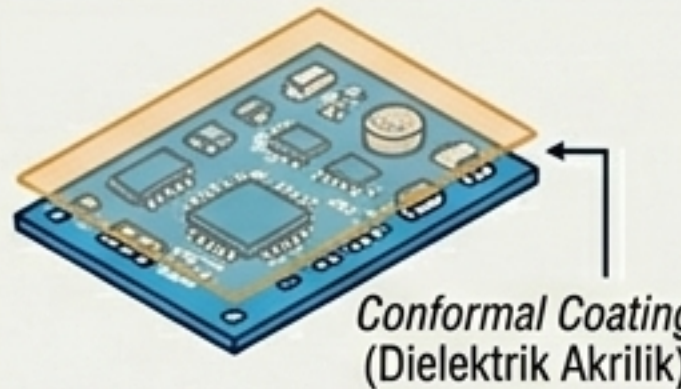
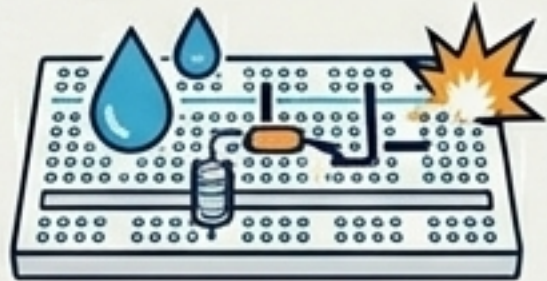


Mitigasi

DILARANG menggunakan relai mekanik. Ganti dengan *Solid State Relay (SSR)* tanpa komponen bergerak yang 100% bebas percikan api.



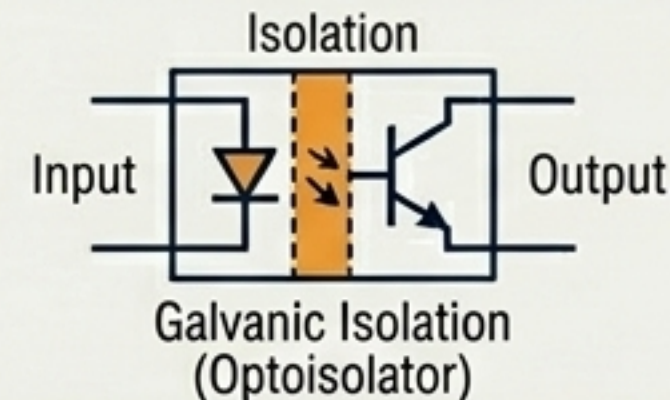
Korsleting Elektrolit Kuat



Tumpahan NaOH dapat memicu kebakaran baterai. Hindari breadboard terbuka. Wajib melapisi PCB dengan *Conformal Coating* (dielektrik akrilik).



Ground Loop (Derau Elektrokimia)

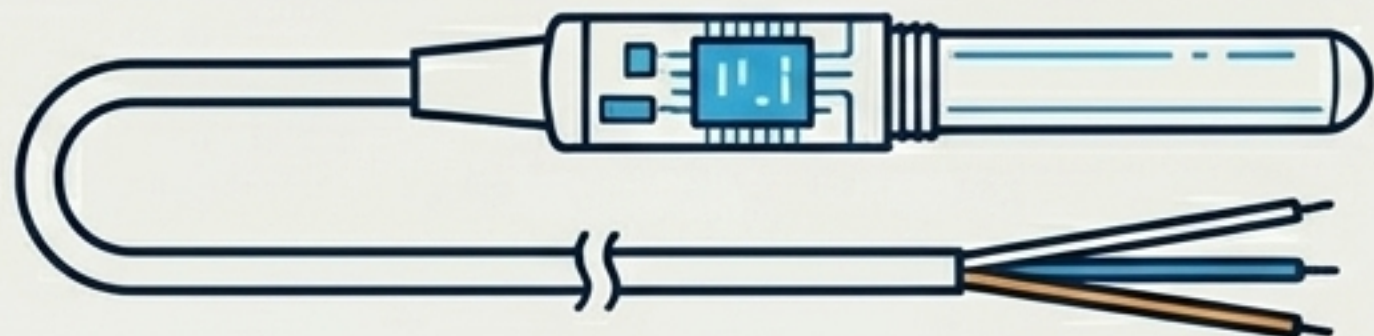


Sirkuit dalam cairan basah menciptakan arus sisa berisiko tinggi ke PC. Mutlak gunakan *Galvanic Isolation* (Optoisolator) untuk memisahkan jalur listrik.

Aplikasi 1: Termokimia Digital Resolusi Tinggi

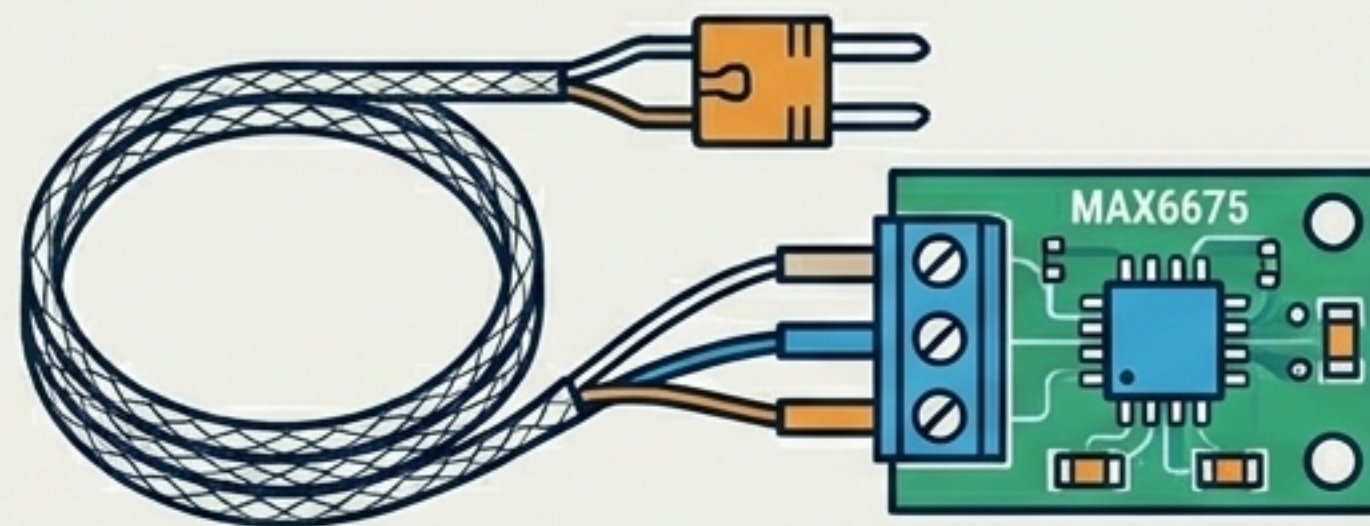
Menangkap profil kurva eksotermis sejati secara komputasi.

DS18B20 (Reaksi Rentang Menengah)



- Resolusi ekstrem 0,0625 °C dengan ADC 12-bit bawaan.
- Arsitektur 1-Wire: Satu kabel pin mikrokontroler mampu membaca puluhan sensor paralel.
- Batas Operasional: Rusak pada suhu di atas 125 °C.

MAX6675 + Termokopel Tipe-K (Pirolisis / Suhu Tinggi)



- Tahan suhu ekstrem hingga 1024 °C.
- Memiliki fitur cerdas *Cold-Junction Compensation*.
- Secara otomatis mengkalkulasi selisih termodinamika suhu ruangan.

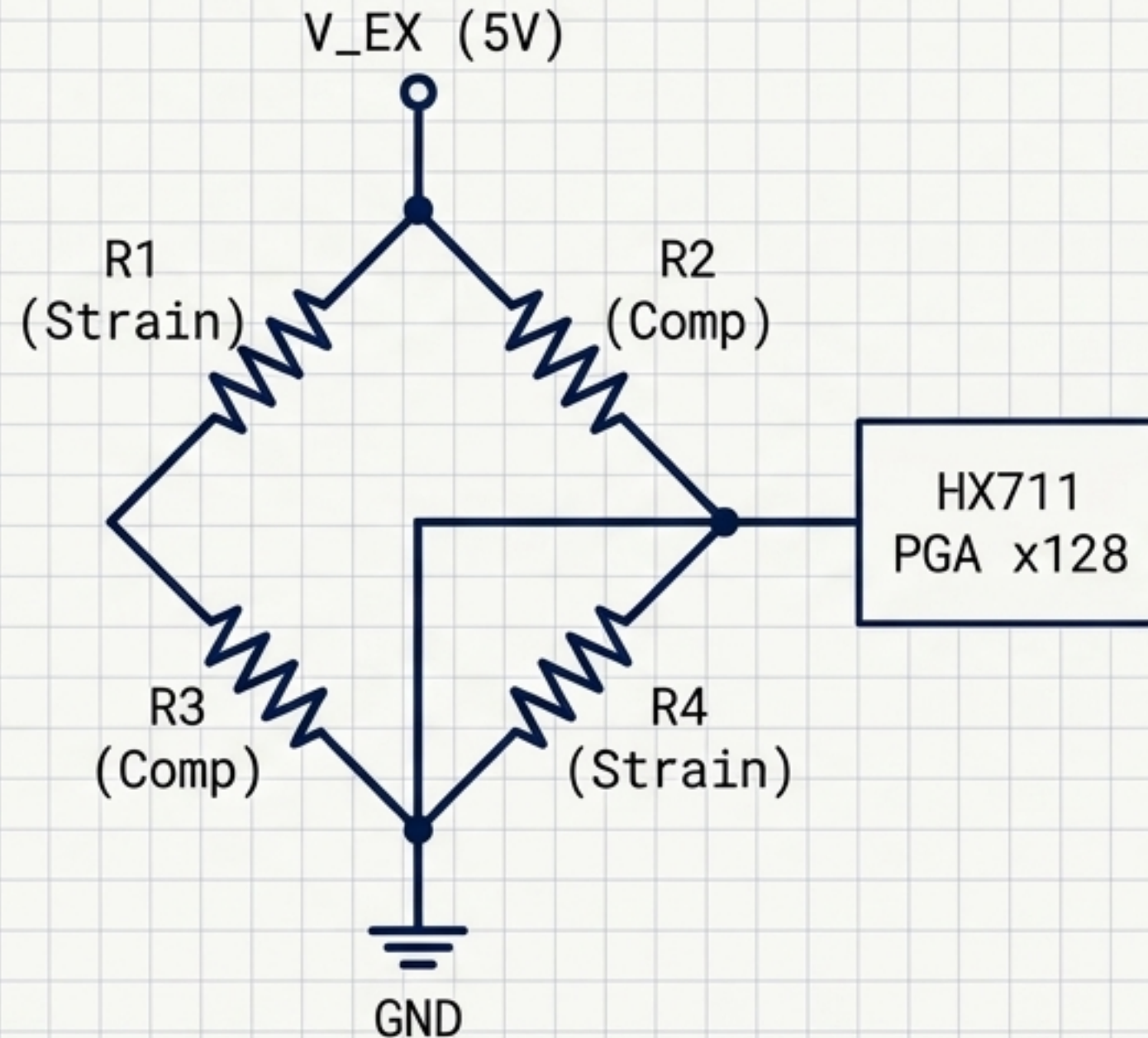
Aplikasi 2: Gravimetri Kinetik (Real-Time Mass)

Fisika Penginderaan

Gaya fisik melengkungkan logam pada Load Cell.

Strain Gauge merenggang (Efek Piezoresistif), mengubah mikro-resistansi sirkuit.

Output milivolt ini terlalu kecil untuk dibaca ADC 10-bit Arduino.



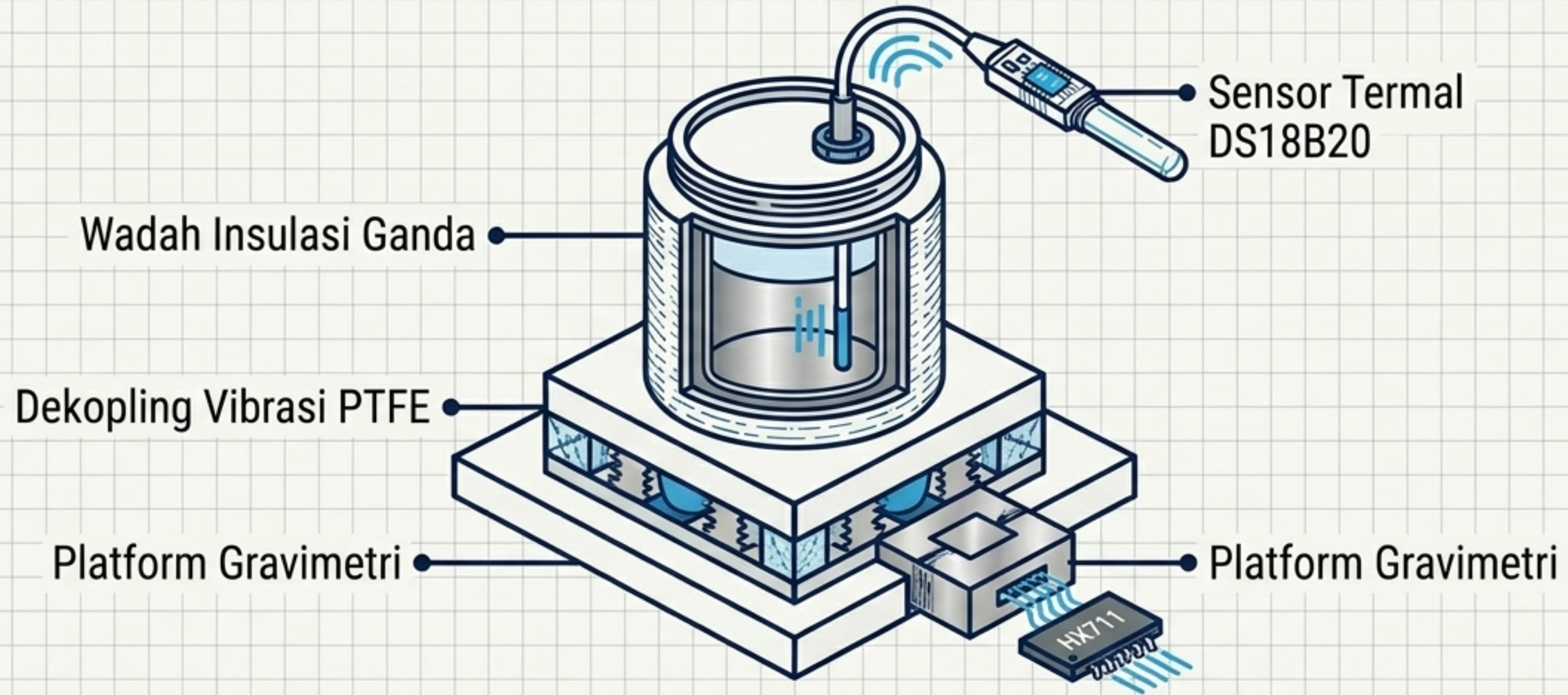
Penyelamat Komputasi

Cip HX711 adalah Pahlawan Gravimetri.

Bertindak sebagai penguat sinyal (Gain 128x) sekaligus ADC 24-bit.

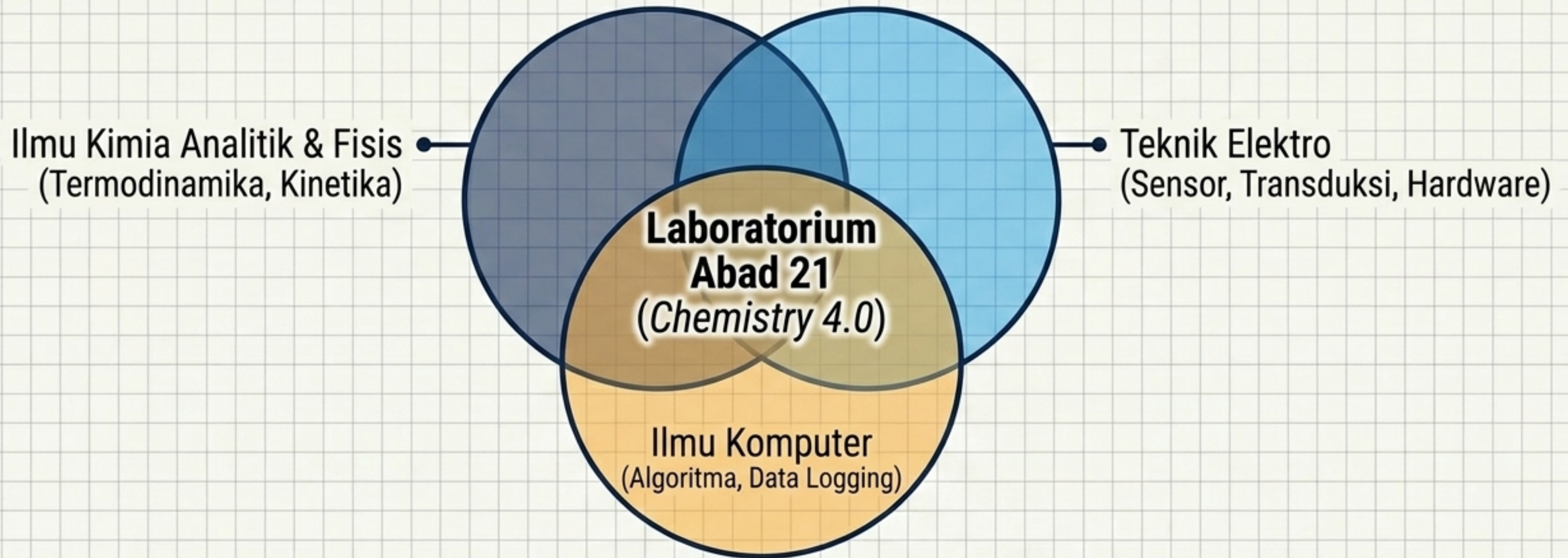
Memotong tegangan menjadi 16,7 juta langkah diskrit untuk membaca hilangnya massa fraksi miligram secara kontinu.

Cetak Biru (Blueprint): Kalorimeter Digital S1



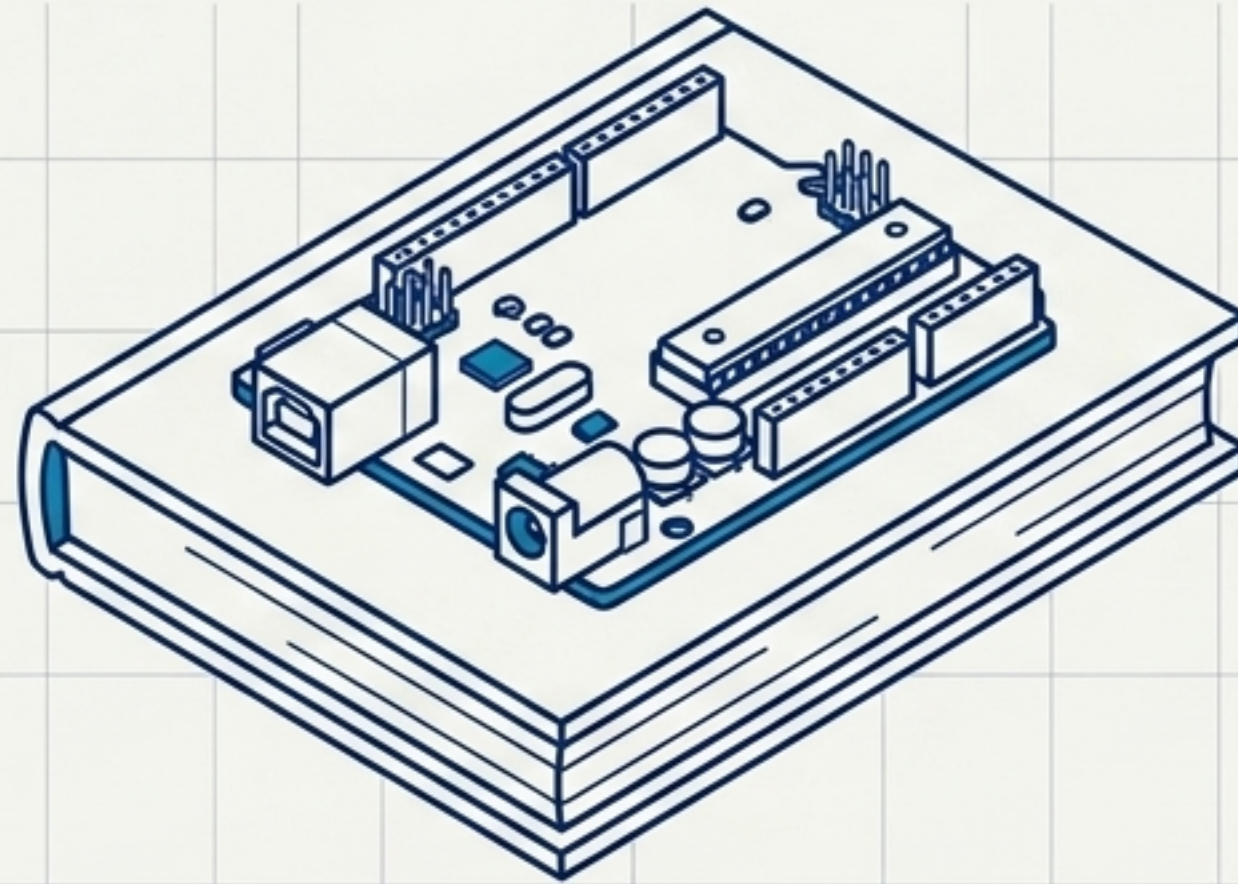
Akuisisi Data Ganda: Sistem mengawinkan Arduino untuk merekam grafik perubahan massa dan suhu per detik, membongkar rahasia laju kinetika secara serempak.

Konvergensi Ilmu: Evolusi Peneliti Kimia



Merakit **Open-Source Hardware** memaksa konvergensi tiga disiplin keilmuan. Anda bukan lagi sekadar operator alat pencatat angka, melainkan **Arsitek Data Laboratorium** yang mengendalikan sistem dari elektron pertama di sensor hingga visualisasi kurva di layar.

Integrasi kepiawaian teknologi, kalibrasi saintifik, dan presisi yang utuh (Itqan) adalah wujud nyata pemahaman kita terhadap hukum alam.



Mulailah membangun instrumen Anda sendiri.
Demokrasi sains terbuka lebar di atas meja laboratorium.

Diadaptasi dari: Sensor
& Arduino untuk Praktikum
di Laboratorium Kimia
(Kasmui, 2026).