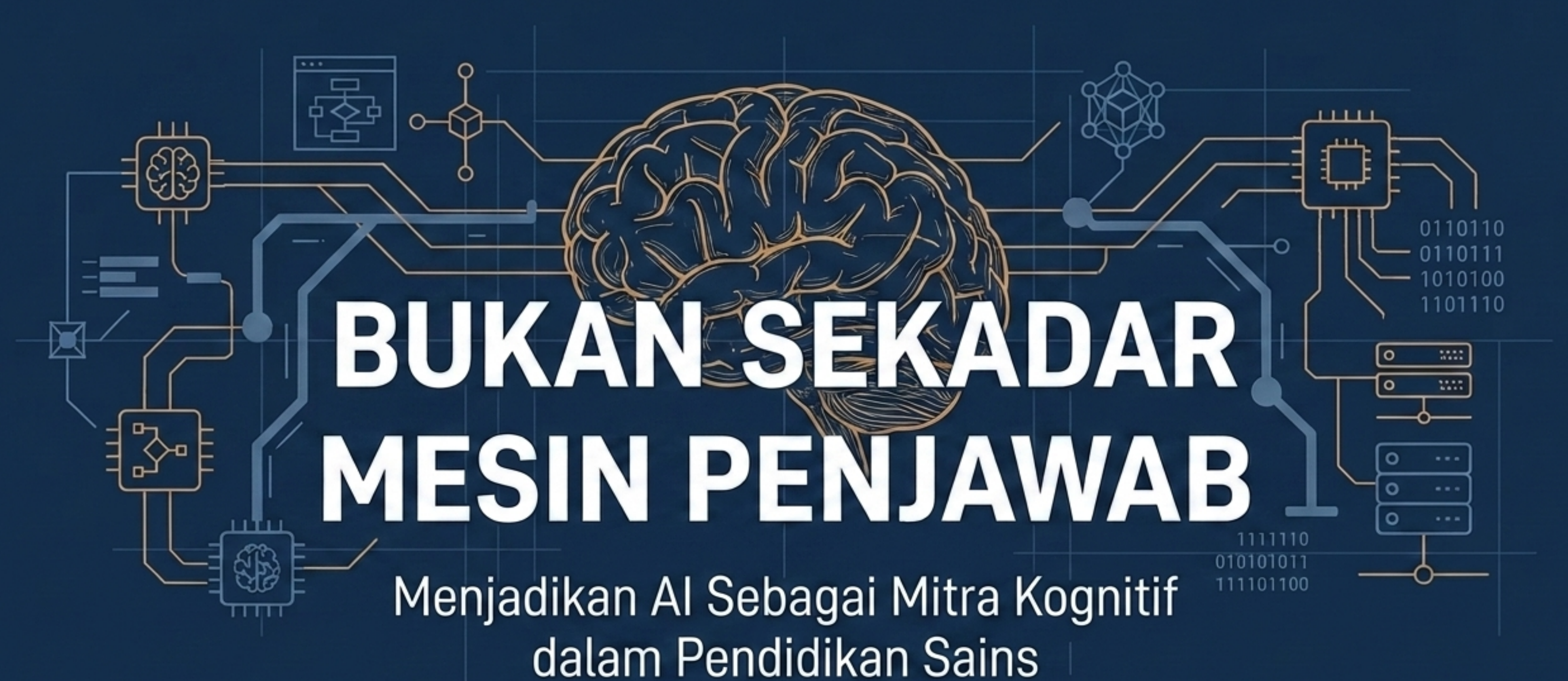




BUKAN SEKADAR MESIN PENJAWAB

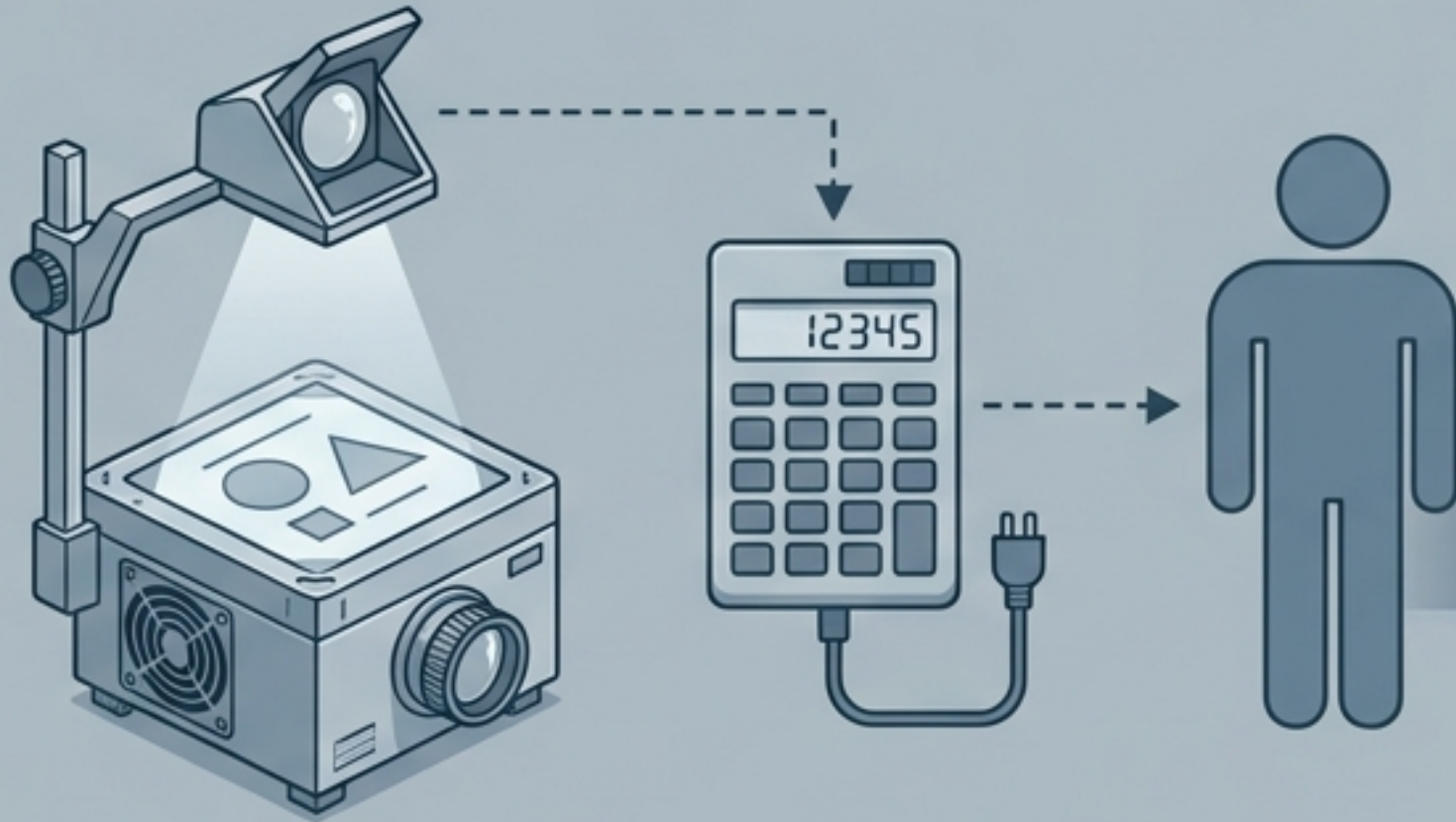
Menjadikan AI Sebagai Mitra Kognitif
dalam Pendidikan Sains

Pemateri M. Iqbal, S. Pd. M. Pd

Diadaptasi dari kerangka UNESCO & Riset Pendidikan Sains (JPIF, JPPI, JUTLP)

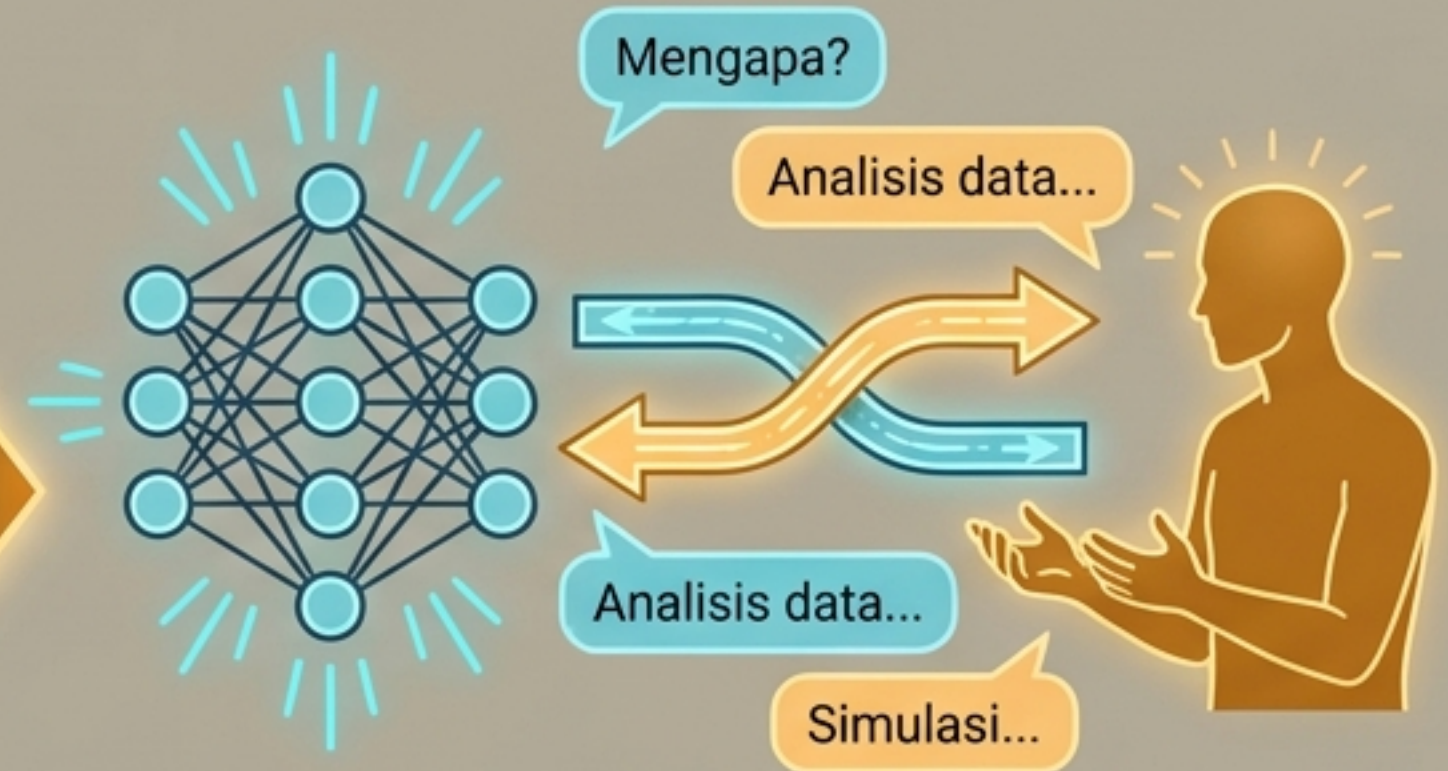
Evolusi Peran Teknologi di Laboratorium Sains

Dulu: Alat Eksternal



- **Fungsi:** Visualisasi konsep, kalkulasi angka, pencarian data pasif.
- **Otonomi:** Alat dikendalikan penuh oleh instruksi kaku.

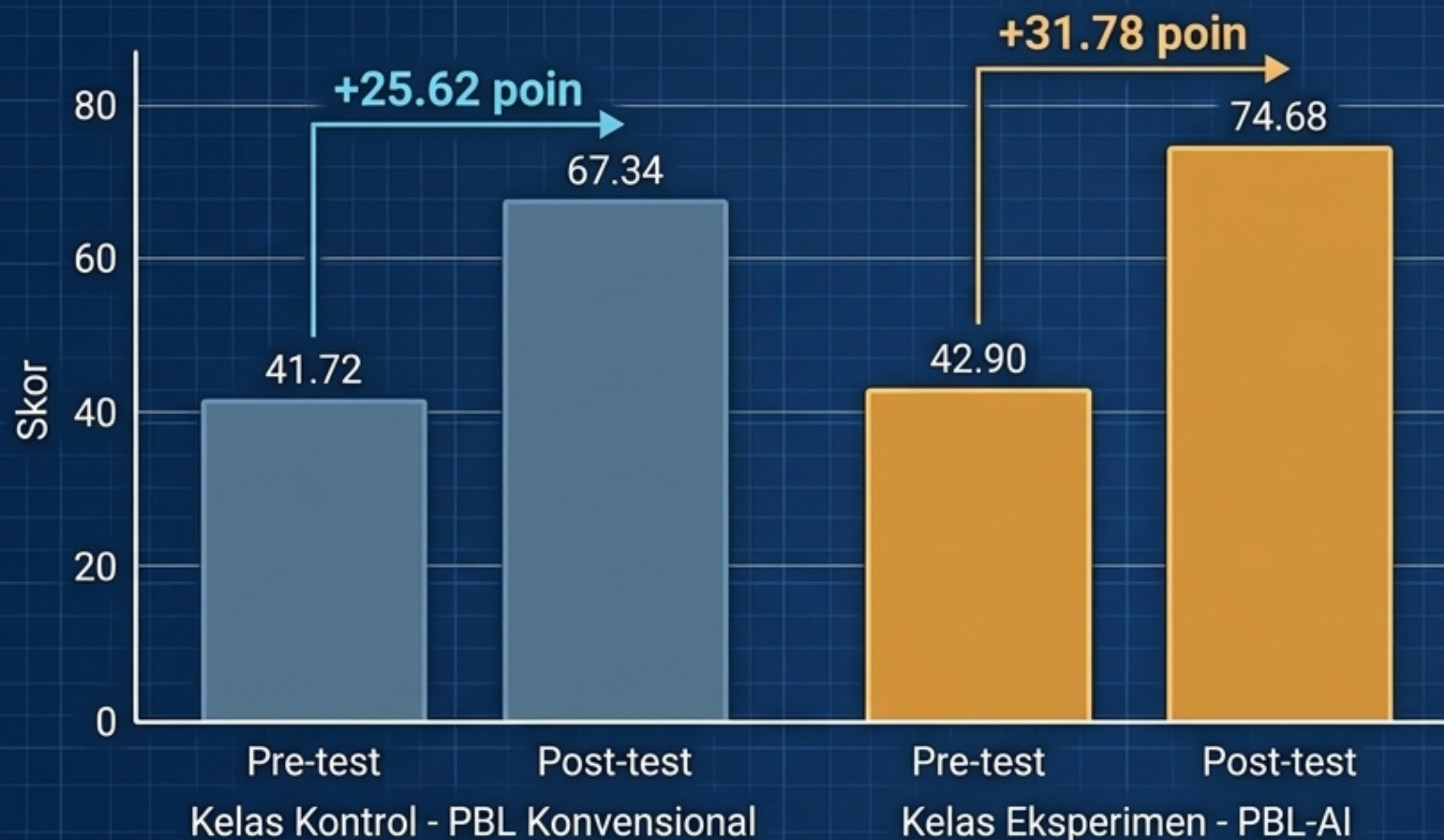
Sekarang: Mitra Kognitif



- **Fungsi:** Dialog Socrates, *scaffolding* adaptif, simulasi *sensemaking*.
- **Otonomi:** AI sebagai agen dialogis yang merespons penalaran logis.

AI generatif telah bertransformasi dari sekadar alat otomasi menjadi instrumen augmentasi pemikiran tingkat tinggi (HOTS). (Lubis et al., JPIF 2025)

Bukti Empiris: Dampak Problem-Based Learning Berbasis AI



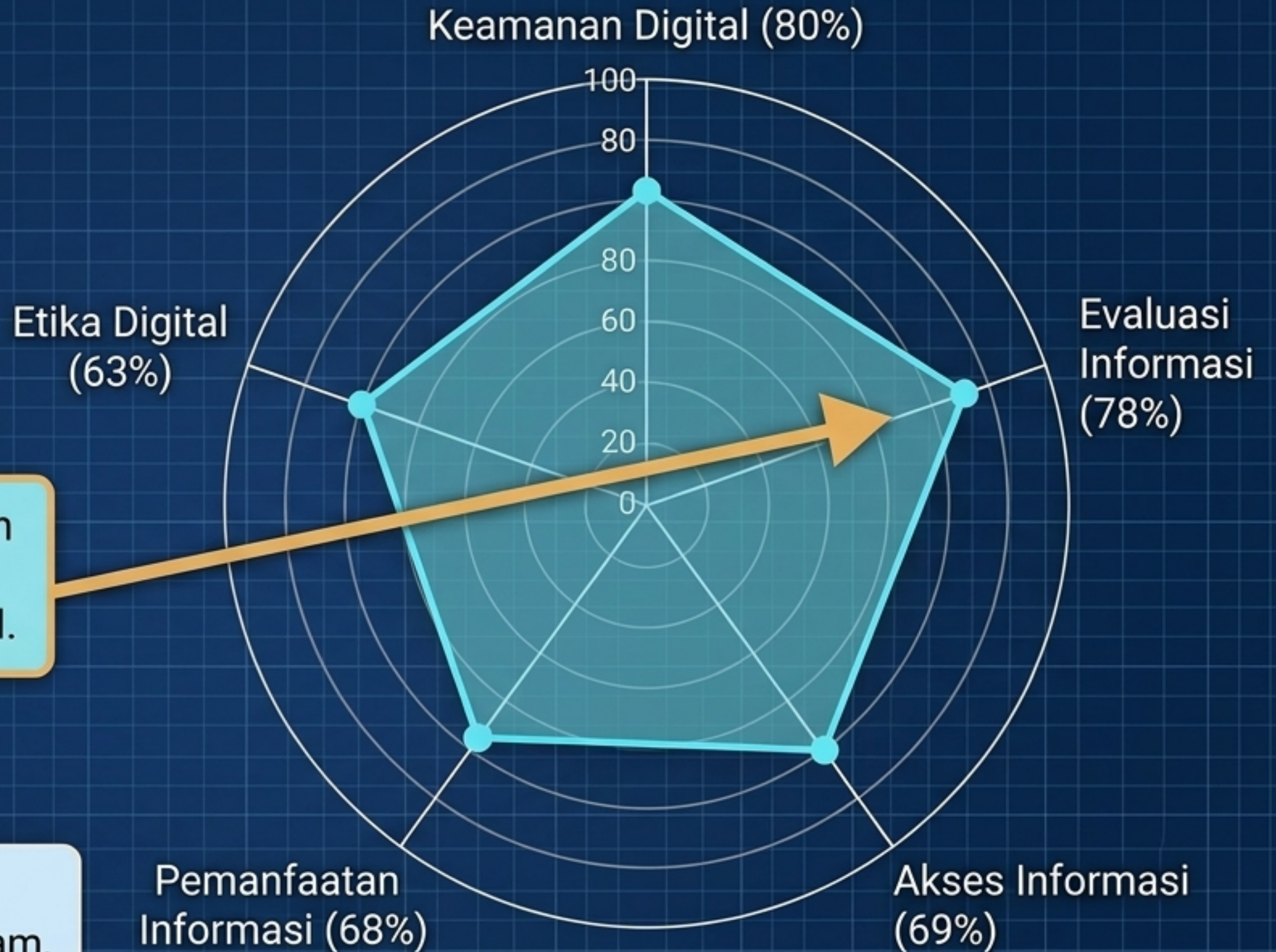
Metrik Kunci

25.81%

Siswa di kelas AI mencapai kategori sangat tinggi (skor 85-91), berbanding hanya 12.5% di kelas konvensional.

Kesimpulan: Umpan balik adaptif dari AI dalam PBL memperkaya sumber belajar dan meningkatkan keterlibatan pemecahan masalah pada materi Keseimbangan Benda Tegar (Purba dkk., JPPI 2026).

Profil Kematangan Literasi Digital Sains



Evaluasi kritis adalah kemampuan yang paling terasah ketika siswa dipaksa memverifikasi jawaban AI.

Insight: Keterampilan mengevaluasi kredibilitas luaran teknologi melonjak tajam, meskipun pemahaman etika masih memerlukan bimbingan guru. (Data: JPPI 2026)

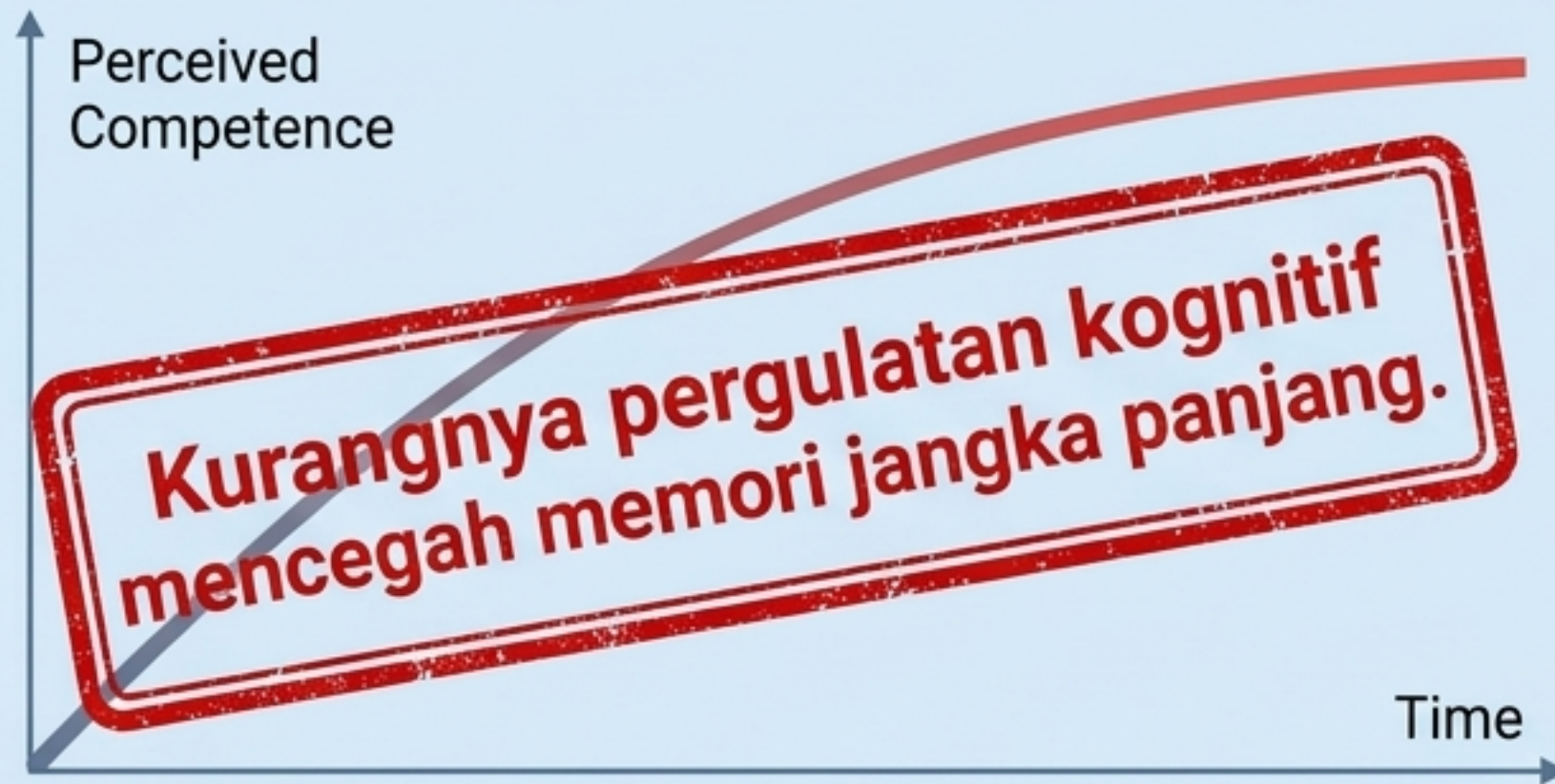
Kerangka Kompetensi AI Global untuk Guru (UNESCO 2024)

	Acquire (Memperoleh) - Evaluasi & pemilihan alat	Deepen (Mendalami) - Desain strategi kelas	Create (Menciptakan) - Penggunaan inovatif & adaptif
Pola Pikir Berpusat pada Manusia (Human Agency)			
Etika AI (Safety & Rules)			
Fondasi & Aplikasi AI (AI Application)			
Pedagogi AI (Integration & Transformation)			
Pengembangan Profesional (Lifelong Learning)			

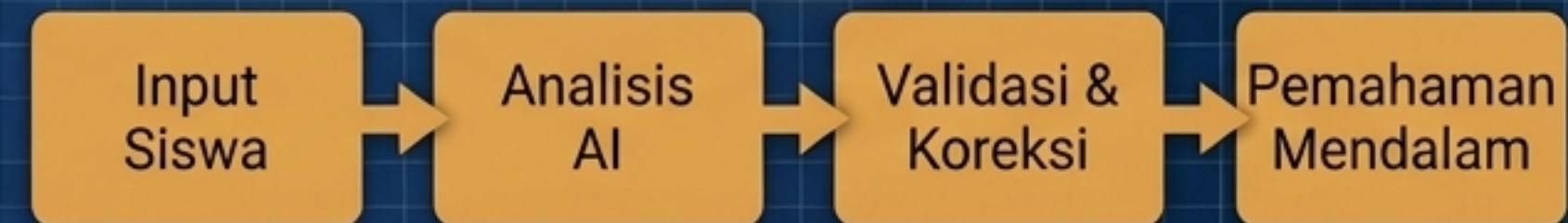
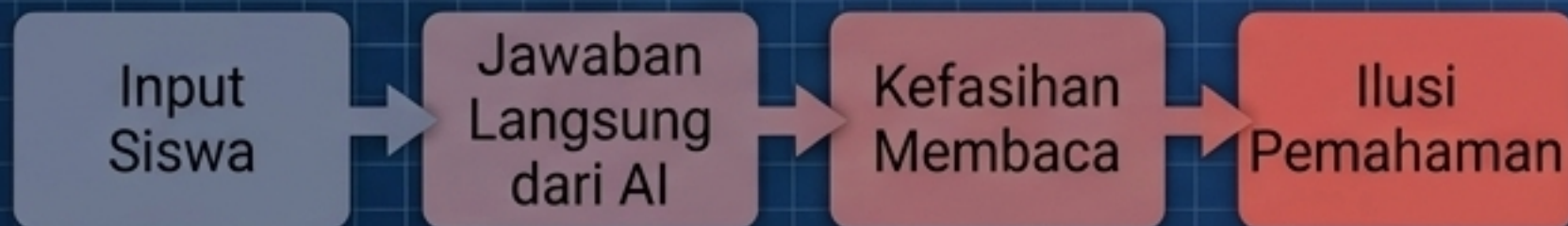
PRINSIP UTAMA: AI tidak boleh menggantikan pengambilan keputusan pedagogis.
Guru tetap menjadi arsitek pembelajaran.

Menghindari Jebakan Ilusi Kompetensi

Jalur Salah - Ilusi Kompetensi



Jalur Benar - *The Human Constraint*



Ketergantungan kognitif terjadi ketika siswa menjadikan AI sebagai ensiklopedia instan (AI-Kamzari & Khodadad, 2025). Solusinya? Ubah peran mereka.

Strategi Kritis 1: Pembalikan Peran (*Role Reversal*)

Jadikan Siswa sebagai Guru bagi AI



1. AI Berhalusinasi Sengaja (*Spot the Bot*)

Guru memberikan AI prompt kompleks agar menghasilkan penjelasan konsep Fisika yang hampir benar tetapi mengandung miskonsepsi.

2. Siswa Mengevaluasi

Siswa ditugaskan membongkar logika AI, menemukan kesalahan, dan menyusun argumen sanggahan (counterarguments).

3. Metakognisi Terbentuk

Siswa terpaksa memobilisasi pemahaman mendalam mereka untuk mengoreksi mesin.

Temuan Kunci: Ketidaksempurnaan AI adalah aset pedagogis terbesar untuk melatih skeptisisme intelektual (Dahlkemper et al., 2023; Rico-Gutierrez, 2025).

Strategi Kritis 2: Siklus Tutor Socrates

Analisis LLM (Sensemaking)

AI mendeteksi letak kebingungan siswa (bukan mencari hasil akhir).

Siswa Bertanya

"Bagaimana cara menyeimbangkan reaksi kimia ini?"

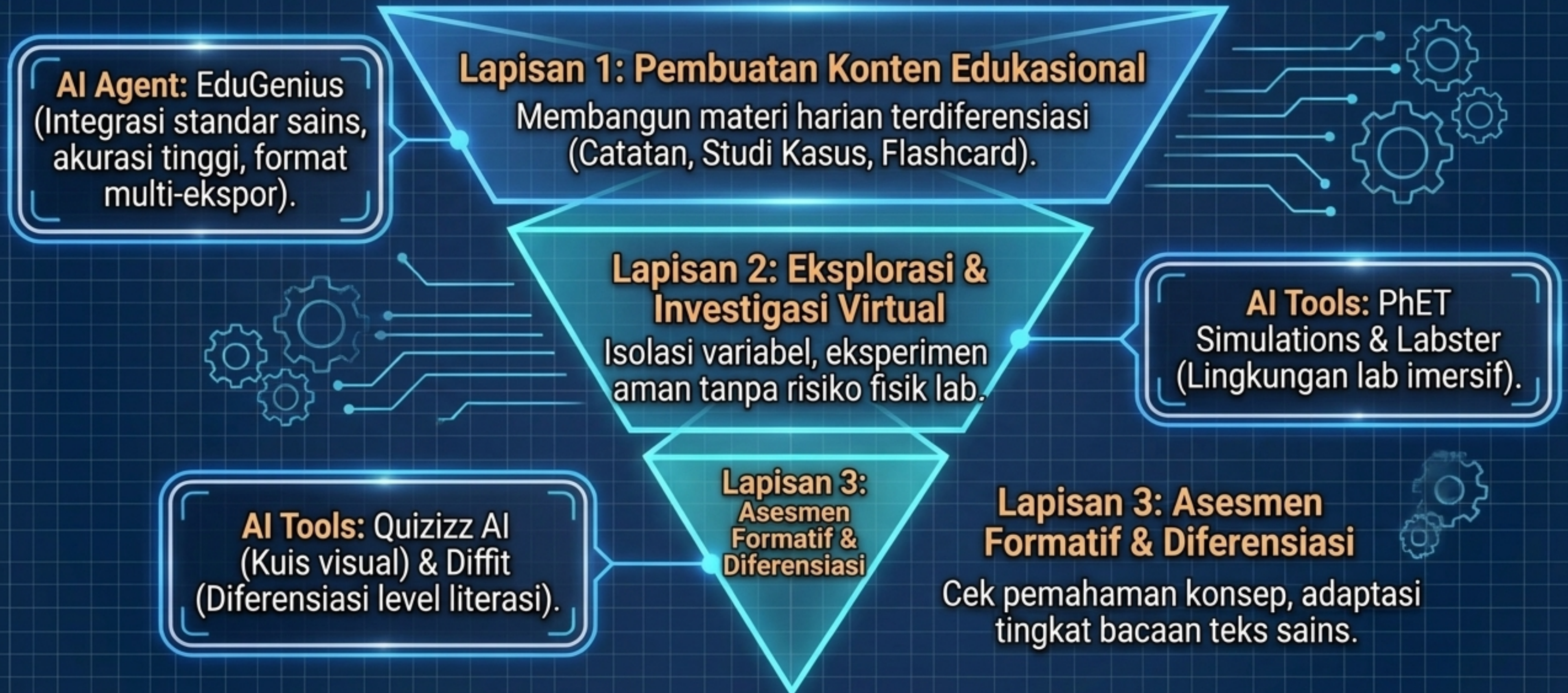
Scaffolding Output

"Berapa jumlah atom Oksigen di sisi kiri? Mari kita mulai dari sana."

Toolkit Integration:

Alat seperti Khanmigo digunakan untuk menjaga ketegangan kognitif melalui tanya-jawab adaptif yang memaksa siswa menalar (Tufino & Gregorcic, 2025).

Arsitektur Alat AI untuk Guru Sains: **Model 3 Lapis**



Lanskap AI Sains Berdasarkan Tujuan Instruksional

Eksplorasi Siswa (Tinggi Otonomi)

PhET, Cognito
Eksplorasi konsep abstrak secara mandiri.

Labster
Praktek prosedur lab virtual secara penuh.

Visualisasi Konsep Abstrak

Latihan Prosedural/Lab

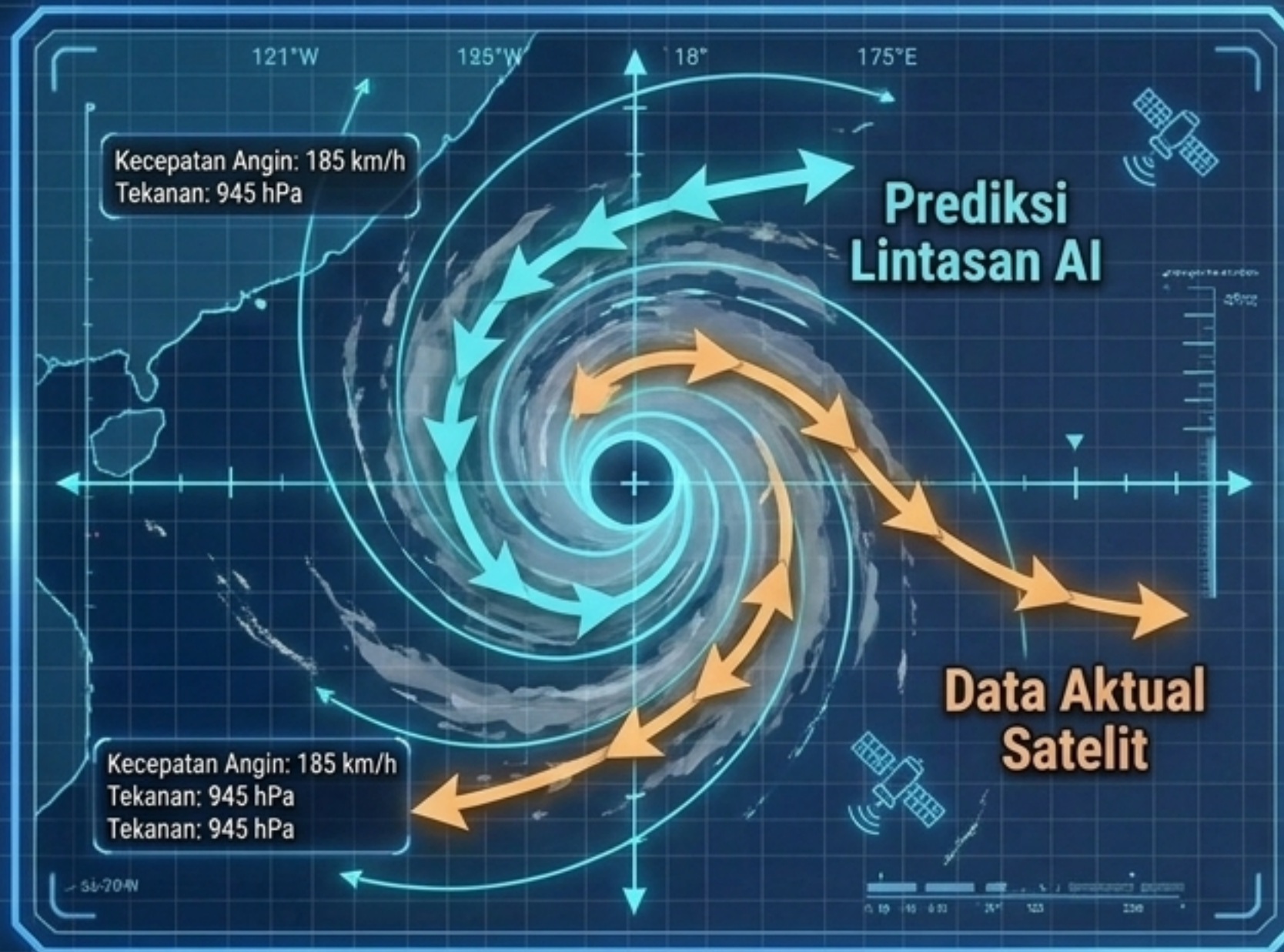
EduGenius, Diffit, Canva
Pembuatan materi dan handout terpandu oleh guru.

Quizizz, Edpuzzle
Asesmen prosedural dan cek pemahaman harian.

Dipandu Guru (Rendah Otonomi)

⚠ KESALAHAN FATAL: AI dapat membantu menyusun draf materi, tetapi standar keselamatan lab (*Lab Safety Protocols*) **WAJIB** bersumber dari panduan resmi (NSTA), **BUKAN** dari AI.

Studi Kasus: Sintesis Data Real-Time (Ilmu Bumi)



Konteks: Eksperimen PBL Giwon
(Choi, JUTLP 2025) - Pembentukan Topan

1. Akses Data

ChatGPT menarik data satelit dan rekam cuaca terkini.

2. Pemodelan Siswa

Siswa menganalisis sisi bahaya dan sisi aman badai secara berkelompok.

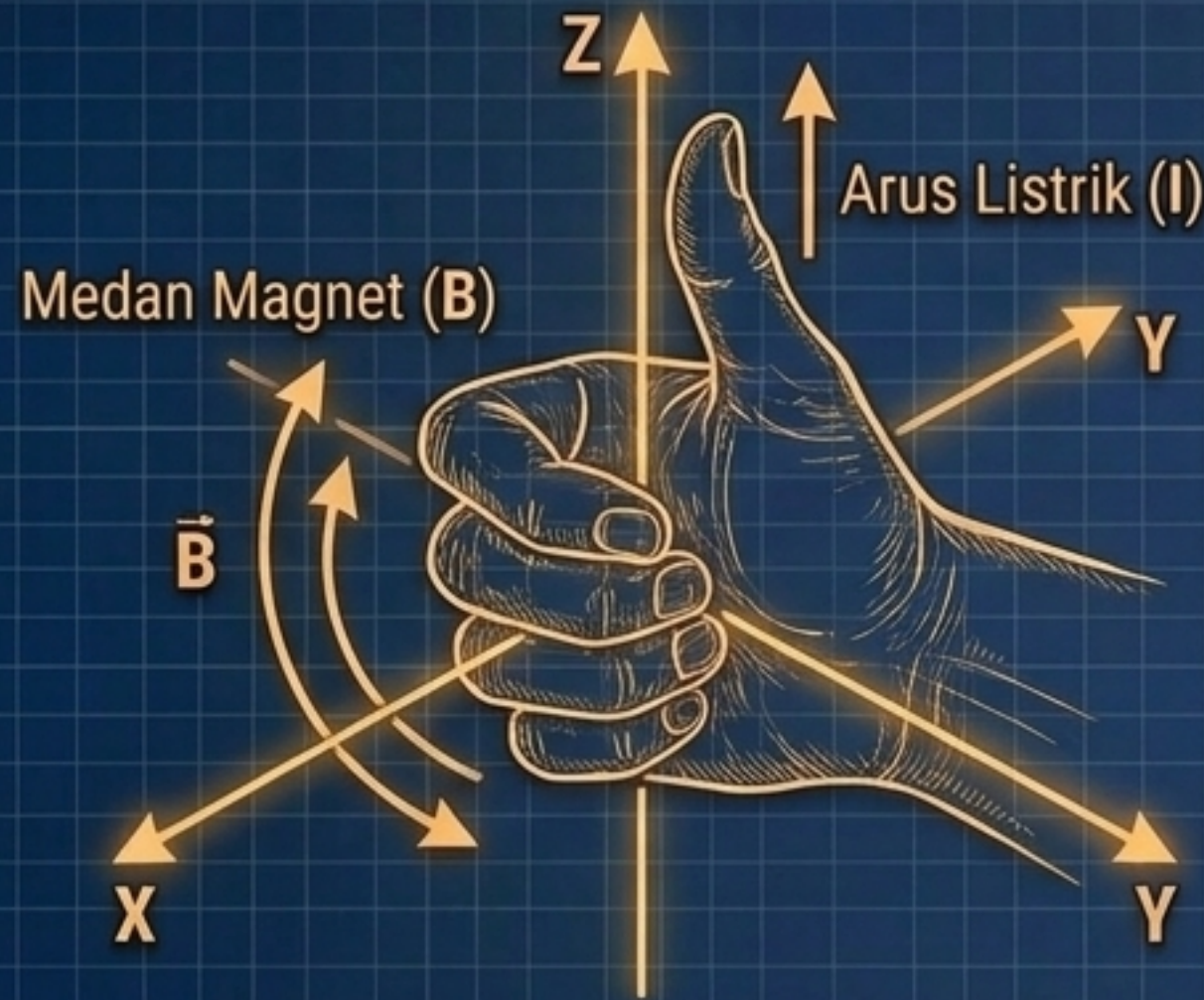
3. Evaluasi Kritis (Level C6)

Siswa membandingkan lintasan prediksi AI dengan lintasan aktual dari badan meteorologi, menemukan bias atau jeda waktu data AI.

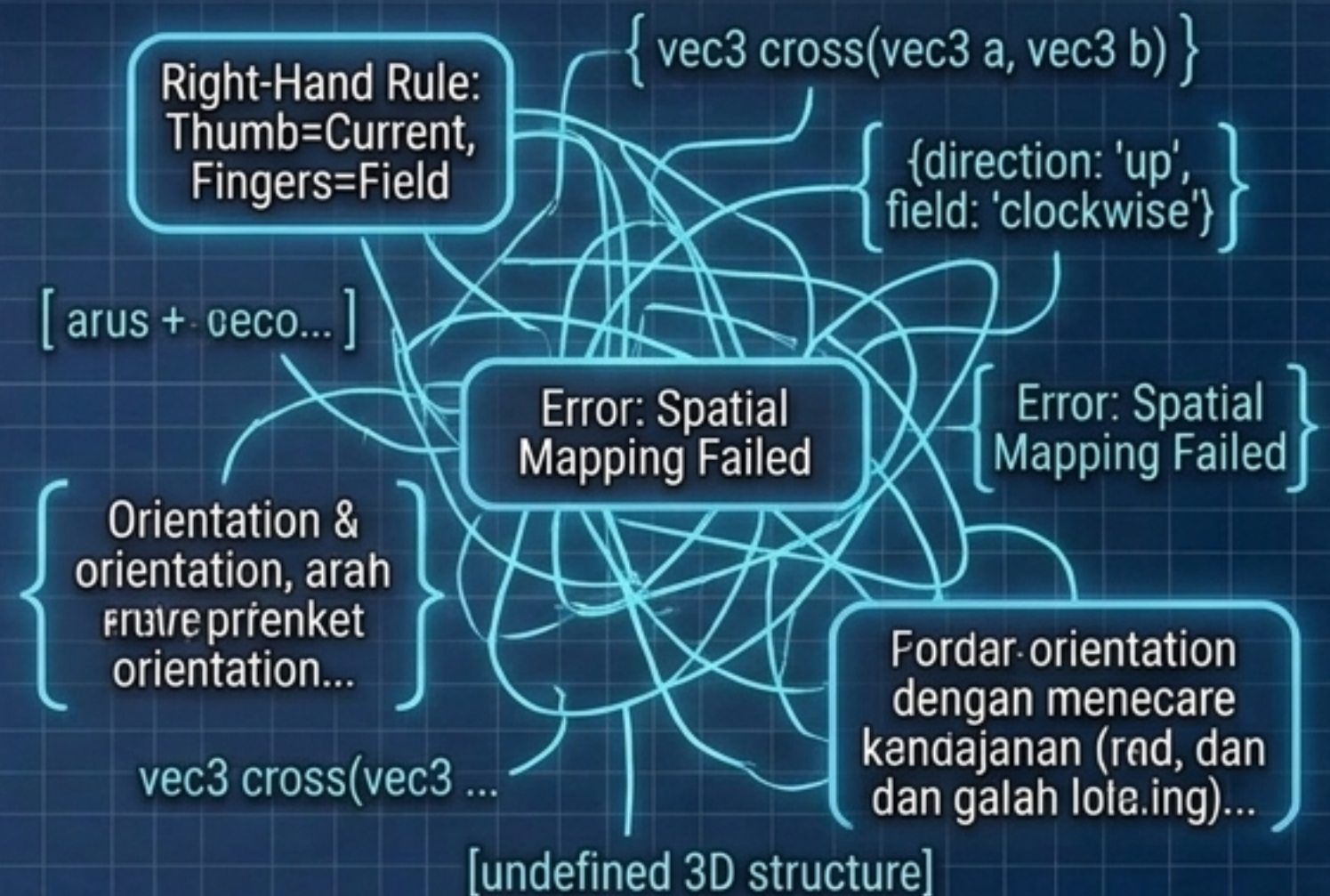
Hasil: Pembelajaran beralih dari simulasi pasif menjadi analisis data real-world tingkat tinggi.

Anomali Buta Spasial (The Spatial Blindness)

Kognisi Spasial Manusia: Memahami Vektor 3D dengan presisi.



Algoritma AI: Sangat fasih merangkai kata, namun buta memetakan ruang visual 3D.



Kesimpulan Pedagogis: AI dapat menjelaskan Hukum Ampere secara tekstual, namun sering gagal menentukan arah medan magnet dalam ruang 3D. Pembelajaran lab fisik kinetik (hands-on) tidak akan pernah tergantikan (Polverini & Gregorcic, 2024).

Menuju Kematangan Literasi AI Siswa (Kerangka ABCE)

Affective (Afektif)

Mengurangi kecemasan teknologi, meningkatkan kepercayaan diri melalui eksplorasi personal.

Behavioural (Perilaku)

Kolaborasi aktif menggunakan alat AI dalam investigasi sains, bukan sekadar plagiarisme instan.

Literasi AI Holistik

Cognitive (Kognitif)

Menerapkan *sensemaking* untuk membedakan hitungan simbolis AI dengan realitas Fisika nyata.

Ethical (Etika)

Kesadaran penuh atas privasi data, bias algoritma, dan validasi sumber data ilmiah independen.

Sintesis Penutup

Semakin Cerdas Algoritma Bekerja, Semakin Kritis Manusia yang Harus Mengendalikannya.

Asesmen Lama

Apa jawaban akhir dari masalah ini?
(Sangat mudah didelegasikan ke AI tanpa proses berpikir).

Asesmen Baru

Evaluasi argumen yang dihasilkan mesin ini. Mengapa asumsi Fisika-nya salah, dan bagaimana realitas eksperimentalnya?

Redesain tugas sains Anda. Penilaian tidak lagi fokus pada produk akhir, melainkan pada proses validasi, kritik, dan penyempurnaan luaran teknologi (Lubis et al., 2025).

Merakit Cetak Biru Laboratorium Masa Depan

“Kehebatan pendidikan sains di masa depan tidak diukur dari seberapa banyak teknologi yang kita masukkan ke ruang kelas, melainkan dari seberapa tajam kita melatih pikiran manusia untuk melampaui batasan mesin tersebut.”

1. Rangkul AI sebagai mitra kognitif.

2. Terapkan pembalikan peran (*Role Reversal*).

3. Validasi dengan uji spasial dunia nyata.