



LOGIKA KOMPUTASIONAL SEBAGAI KOMPETENSI FUNDAMENTAL DI ERA AI: TINJAUAN TEORITIS DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PENDIDIKAN TINGGI DI INDONESIA

COMPUTATIONAL LOGIC AS A FUNDAMENTAL COMPETENCY IN THE AI ERA: A THEORETICAL REVIEW AND ITS IMPLICATIONS FOR HIGHER EDUCATION IN INDONESIA

Febrianty Eka Ayuningtias¹, Imelda Dwi Agustin², Nelly Alfiatun Nikmah³, Yasmin
Khaldia Nailla^{4*}, Dita Yuni Nur Fadila⁵, Anas Susilo Rahman⁶, Elsa Nur Fianti⁷, Zulfa
Nabila⁸

¹Universitas Negeri Semarang, Email: febriantyeka7c@students.unnes.ac.id

²Universitas Negeri Semarang, Email: imeldaadwii13@students.unnes.ac.id

³Universitas Negeri Semarang, Email: nellyalfi04@students.unnes.ac.id

^{4*}Universitas Negeri Semarang, Email: yasminnailla1106@students.unnes.ac.id

⁵Universitas Negeri Semarang, Email: veralinlivial@gmail.com

⁶Universitas Negeri Semarang, Email: ditayuninf24@students.unnes.ac.id

⁷Universitas Negeri Semarang, Email: elsanurfianti@students.unnes.ac.id

⁸Universitas Negeri Semarang, Email: zulfanabila_18@students.unnes.ac.id

*email koresponden: yasminnailla1106@students.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.62567/ijosse.v2i3.2704>

Abstrack

The swift advancement of artificial intelligence has prompted global recognition of computational thinking as a strategic, cross-disciplinary capability. Nevertheless, in Indonesia, the concept of computational logic is frequently misconstrued as nothing more than a programming skill, particularly among students enrolled in non-technology disciplines. This article pursues three objectives: first, to explore the conceptual foundations of computational thinking through its four constituent elements—decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithm design; second, to examine its urgency within the landscape of generative AI in 2026; and third, to derive evidence-based recommendations for curriculum redesign and instructional innovation in Indonesian higher education. The study employs a systematic literature review guided by a conceptual analysis orientation. Findings reveal that computational logic transcends its role as a technical prerequisite for coding; it constitutes a foundational thinking paradigm that fortifies analytical capacity across diverse professional fields when confronting the complexity of contemporary problems. Within the Indonesian higher education context, embedding this competency into curricula across disciplines—including mathematics, health sciences, and social sciences—is no longer optional but urgently necessary. The article proposes an integrated conceptual framework as a strategic basis for developing AI-responsive, computational thinking-centered curricula.

Keywords: Computational Thinking, Computational Logic, Artificial Intelligence, Higher Education, Digital Literacy.



Abstrak

Kemajuan teknologi kecerdasan buatan yang berlangsung dengan sangat cepat mendorong pengakuan global terhadap berpikir komputasional sebagai kecakapan strategis yang melintas batas disiplin ilmu. Meski demikian, di Indonesia persepsi mengenai logika komputasional kerap terjebak pada pemaknaan yang terlalu sempit, yakni sekadar aktivitas menulis kode program, terutama di kalangan mahasiswa yang menempuh studi di luar rumpun teknologi informasi. Artikel ini mengemban tiga misi: pertama, menelaah landasan konseptual logika komputasional beserta empat elemen pembangunnya, yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma; kedua, mengupas urgensinya dalam konteks perkembangan AI generatif pada tahun 2026; dan ketiga, menyusun rekomendasi berbasis temuan teoritis bagi pembaruan desain kurikulum dan strategi pembelajaran di perguruan tinggi Indonesia. Kajian ini memanfaatkan metode tinjauan pustaka sistematis yang berorientasi analisis konseptual. Temuan menunjukkan bahwa logika komputasional melampaui fungsinya sebagai bekal teknis pemrograman; ia merupakan paradigma berpikir mendasar yang mengokohkan daya nalar individu dari beragam bidang profesi dalam mengurai kerumitan masalah kontemporer. Dalam lanskap pendidikan tinggi Indonesia, menyelipkan kompetensi ini ke dalam kurikulum berbagai program studi termasuk matematika, ilmu kesehatan, dan ilmu-ilmu sosial bukan lagi pilihan melainkan kebutuhan mendesak. Artikel ini menawarkan kerangka konseptual terpadu sebagai landasan strategis pengembangan kurikulum berbasis computational thinking yang responsif terhadap tantangan era kecerdasan buatan.

Kata Kunci: Berpikir Komputasional, Logika Komputasional, Kecerdasan Buatan, Perguruan Tinggi, Literasi Digital.

1. PENDAHULUAN

Gelombang transformasi yang digerakkan oleh kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) kini telah menjangkau hampir setiap sudut kehidupan manusia. Memasuki tahun 2026, teknologi seperti model bahasa generatif berskala besar, sistem rekomendasi cerdas, dan otomasi proses berbasis pembelajaran mesin telah melampaui tahap eksperimen laboratorium dan menjadi infrastruktur nyata bagi industri layanan kesehatan, perbankan, pendidikan, maupun sektor hukum (Gunawan, 2025). Di tengah pergolakan ini, muncul pertanyaan kritis yang menyentuh inti kebijakan pendidikan nasional: kecakapan apa yang benar-benar diperlukan agar putra-putri Indonesia tidak sekadar menjadi pengguna pasif teknologi, tetapi mampu memposisikan diri sebagai perancang dan inovator?

Satu jawaban yang terus mendapat dukungan dari kalangan akademisi maupun praktisi industri adalah berpikir komputasional (*computational thinking*). Wing (2006) menjadi tokoh yang mempopulerkan konsep ini dengan mendefinisikannya sebagai suatu kerangka kerja kognitif untuk memecahkan masalah secara terstruktur mencakup proses dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, serta perancangan algoritma yang memungkinkan solusi diformulasikan sedemikian rupa hingga dapat dieksekusi baik oleh nalar manusia maupun oleh sistem komputasi.

Ironisnya, konsep yang begitu kaya ini seringkali mengalami penyempitan makna di lingkungan pendidikan Indonesia. Tidak sedikit pemangku kepentingan yang menyamakan berpikir komputasional dengan aktivitas coding semata, padahal keduanya berada pada level yang berbeda. Pratama (2024) menegaskan bahwa aktivitas pemrograman pada hakikatnya hanyalah medium untuk mengkomunikasikan solusi; logika yang melatarinya jauh lebih esensial dibandingkan penguasaan sintaks suatu bahasa pemrograman.

Kondisi ini menemukan relevansinya yang kuat di lingkungan kampus. Mahasiswa dari program studi matematika, kesehatan masyarakat, ekonomi, hingga ilmu komunikasi kini tak terhindarkan berhadapan dengan tantangan pengelolaan data masif, penyelesaian masalah berlapis, dan interaksi dengan antarmuka berbasis AI. Namun kenyataannya, kurikulum banyak perguruan tinggi di Indonesia belum secara tegas meletakkan computational thinking sebagai kompetensi yang wajib dikembangkan di luar program studi teknologi informasi (Budiman et al., 2024).



Bertolak dari kesenjangan tersebut, artikel ini mengajukan tiga kontribusi. Pertama, menyajikan paparan teoritis yang komprehensif tentang logika komputasional beserta pilar-pilar pembentuknya. Kedua, mendudukkan relevansi berpikir komputasional dalam konteks ekosistem AI yang semakin dominan. Ketiga, menghasilkan proposisi implikatif yang dapat menjadi pijakan bagi reformasi kurikulum pendidikan tinggi di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan tinjauan pustaka sistematis (*systematic literature review*) yang mengacu pada protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Penelusuran sumber dilaksanakan melalui tiga pangkalan data utama, yakni Google Scholar, ERIC (*Education Resources Information Center*), dan Scopus, dengan menggunakan kombinasi kata kunci berbahasa Indonesia dan Inggris: “berpikir komputasional”, “logika komputasional”, “pendidikan tinggi Indonesia”, “*AI in education*”, serta “*digital literacy*”. Cakupan waktu publikasi dibatasi pada periode 2020 hingga 2026 guna memastikan kesesuaian dengan dinamika teknologi mutakhir.

Artikel dan sumber yang dimasukkan dalam kajian memenuhi tiga kriteria inklusi berikut: (1) merupakan artikel jurnal terindeks atau buku referensi ilmiah yang membahas topik berpikir komputasional, logika pemrograman, atau literasi digital; (2) memiliki relevansi langsung dengan konteks pendidikan tinggi atau pengembangan kompetensi abad ke-21; serta (3) diterbitkan dalam bahasa Indonesia ataupun bahasa Inggris. Seluruh bahan yang terkumpul kemudian dianalisis secara konseptual-interpretatif: temuan-temuan dari berbagai sumber dipetakan ke dalam kerangka empat pilar computational thinking, lalu disintesis menjadi serangkaian proposisi yang berimplikasi pada kebijakan pendidikan tinggi di Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerangka Teoritis Logika Komputasional

Sebagai konstruk intelektual, computational thinking yang dirintis oleh Wing (2006) kemudian diperkaya melalui kontribusi beragam peneliti berikutnya, bertumpu pada empat pilar yang bekerja secara sinergis. Keempat pilar tersebut bukanlah tahapan linier yang terpisah, melainkan dimensi-dimensi yang saling memperkuat dan membentuk satu ekosistem berpikir yang utuh dan holistik.

Dekomposisi: Memecah Kerumitan Menjadi Komponen yang Terkelola

Dekomposisi merujuk pada kecakapan membagi persoalan atau sistem yang rumit menjadi unit-unit yang lebih kecil sehingga lebih mudah dianalisis dan ditangani. Fitriani (2024) menyimpulkan dari kajiannya tentang pendekatan troubleshooting sistem informasi bahwa penerapan dekomposisi mampu menekan beban kognitif secara bermakna sekaligus meningkatkan ketepatan dalam mengidentifikasi sumber masalah. Ketiadaan kemampuan ini membuat individu rentan terjebak dalam apa yang disebut jebakan kompleksitas: kondisi di mana skala masalah terasa begitu menggurita hingga menghambat segala inisiatif tindakan.

Di luar dunia pemrograman, praktik dekomposisi berlangsung di berbagai profesi tanpa disadari. Seorang akuntan yang merancang sistem laporan keuangan otomatis sejatinya sedang mendekomposisi alur kerja ketika ia memilah proses penghimpunan data, verifikasi angka, kalkulasi, dan penyajian ke dalam komponen-komponen yang dapat digarap secara mandiri. Tidak berbeda, seorang dokter yang menyusun standar triase di instalasi gawat darurat pada dasarnya sedang mengurai kondisi klinis pasien menjadi variabel-variabel terukur yang bisa dievaluasi secara sistematis.

Pengenalan Pola: Mempercepat Penalaran Lewat Generalisasi

Pilar kedua, pengenalan pola (*pattern recognition*), adalah kapasitas untuk mendeteksi keserupaan, regularitas, atau kemiripan struktural di antara masalah-masalah yang tampak berbeda. Sanjaya (2025) berpendapat bahwa pilar ini berfungsi sebagai mekanisme kognitif yang memfasilitasi transfer pengetahuan antardomain, sehingga seseorang tidak selalu perlu membangun solusi dari titik nol ketika menghadapi permasalahan baru.



Di era kecerdasan buatan, signifikansi pilar ini kian menonjol. Pada tataran teknis, algoritma pembelajaran mesin sesungguhnya adalah bentuk formalisasi matematis dari pengenalan pola dalam dimensi data yang jauh melampaui kapasitas nalar manusia. Namun demikian, kemampuan manusia untuk mengenali pola pada level konseptual misalnya, menangkap kemiripan struktural antara persoalan optimasi rantai pasok dan persoalan penjadwalan ujian tetap merupakan kecakapan yang belum dapat digantikan oleh sistem AI manapun dalam waktu dekat.

Abstraksi: Menyaring Kompleksitas Demi Ketajaman Fokus

Abstraksi adalah kemampuan memilah informasi yang krusial dari informasi yang tidak relevan pada suatu tingkat analisis tertentu. Dalam konteks rekayasa perangkat lunak, pilar ini memungkinkan seorang pengembang memanfaatkan pustaka AI tanpa keharusan memahami seluk-beluk matematika di balik setiap lapis jaringan saraf tiruan. Cukup baginya mengetahui apa yang menjadi masukan, keluaran, dan perilaku fungsional dari komponen yang digunakannya.

Namun, Gunawan (2025) mengingatkan akan risiko yang mengintai ketika abstraksi dilakukan secara berlebihan tanpa pondasi pemahaman yang memadai. Ia menyebut kondisi tersebut sebagai “ketergantungan kotak hitam” (*black box dependency*): ketergantungan pada sistem yang tidak sungguh-sungguh dipahami. Saat sistem itu mengalami kegagalan dan memerlukan penelusuran mendalam, absennya pemahaman dasar menjadi hambatan serius. Oleh sebab itu, kurikulum perguruan tinggi sebaiknya mengajarkan abstraksi bukan sebagai cara melarikan diri dari kompleksitas, melainkan sebagai instrumen untuk mengelolanya secara bijak.

Algoritma: Tulang Punggung Logika Komputasional

Algoritma urutan langkah-langkah penyelesaian masalah yang tersusun secara logis dan sistematis merupakan pilar keempat sekaligus titik konvergensi antara pemikiran abstrak dan tindakan konkret. Sanjaya (2025) menetapkan bahwa sebuah algoritma yang berkualitas wajib mengandung tiga unsur pembangun: urutan instruksi yang tepat (*sequencing*), mekanisme percabangan kondisional (*branching*), dan konstruksi pengulangan (*looping*).

Paradoks yang menarik muncul justru di era kolaborasi manusia-AI dalam penulisan kode, di mana berbagai asisten pemrograman berbasis AI kini sanggup menghasilkan cuplikan kode dalam hitungan detik. Alih-alih menjadi tidak relevan, pemahaman tentang algoritma justru kian bernilai. Sebabnya, AI unggul dalam memproduksi kode tetapi bergantung pada arahan algoritmik yang jernih dari manusia untuk menghasilkan solusi yang benar-benar berfungsi, efisien, dan aman. Tanpa bekal algoritmik, pengguna AI tak lebih dari konsumen pasif yang tak mampu menilai atau mengoreksi keluaran yang dihasilkan.

Repositioning Manusia di Hadapan AI: Mengapa Computational Thinking Tidak Tergantikan

Sebuah pertanyaan yang kerap mengemuka dalam forum pendidikan di era AI berbunyi kurang lebih demikian: bila AI sudah mampu menulis kode, memecahkan persamaan diferensial parsial, dan merancang protokol penelitian, apakah masih ada urgensinya mengajarkan berpikir komputasional kepada mahasiswa di luar jurusan ilmu komputer?

Kunci jawabannya tersimpan dalam pemahaman yang jernih tentang batas-batas aktual AI saat ini. Sistem AI generatif memang unggul dalam pekerjaan yang bersifat sintaktis dan bergantung pada pola data pelatihan: memproduksi teks, kode, gambar, atau musik. Akan tetapi, AI masih menghadapi keterbatasan mendasar dalam penalaran kausal, pembacaan konteks situasional yang benar-benar baru, dan penerapan pertimbangan etis dalam pengambilan keputusan yang bernuansa (Gunawan, 2025). Di celah inilah kemampuan berpikir komputasional manusia bertahan sebagai keunggulan yang tidak mudah tergantikan.

Temuan Budiman et al. (2024) memberikan pengukuhan empiris yang relevan: pembelajaran berbasis proyek yang menyertakan logika pemrograman terbukti tidak hanya mengasah keterampilan teknis, melainkan juga secara nyata meningkatkan kemampuan berpikir kritis, daya kreatif, dan kapasitas kolaboratif mahasiswa. Hal ini mempertegas bahwa nilai edukatif dari *computational thinking* merentang jauh melampaui dimensi teknisnya dan menyentuh inti dari pendidikan yang memerdekakan.



Computational Thinking Sebagai Literasi Universal Abad Ke-21

Salah satu argumen sentral yang diusung artikel ini adalah bahwa berpikir komputasional bukan hak eksklusif ilmu komputer atau matematika, melainkan sebuah literasi universal yang kegunaannya melintas batas disiplin. Sari (2026) berargumen dengan kuat bahwa di peradaban digital ini, kemampuan berpikir algoritmik berkedudukan setara dengan kemampuan membaca dan menulis yang menjadi fondasi peradaban industri generasi sebelumnya.

Pada bidang kedokteran dan kesehatan masyarakat, tenaga medis yang memiliki kemampuan berpikir komputasional akan lebih efektif dalam menginterpretasi data epidemiologis, merumuskan panduan klinis berbasis evidens, serta berkolaborasi secara produktif dengan sistem AI yang kini mulai digunakan untuk menunjang diagnosis. Dalam ranah hukum, keahlian mendekomposisi kasus dan merancang alur analisis membantu para praktisi hukum menelaah preseden secara lebih sistematis. Sementara di bidang ekonomi dan bisnis, seorang analis yang terampil mengenali pola dalam data pasar dan mengabstraksikan tren makro dari derau statistik memiliki nilai kompetitif yang sulit diimbangi.

Dengan kata lain, computational thinking perlu diposisikan sebagai kompetensi meta-kognitif: sebuah kualitas berpikir yang mengangkat mutu penalaran di bidang apa pun yang menjadi pilihan seseorang.

Empat Dimensi Implikasi bagi Pendidikan Tinggi Indonesia

Seluruh temuan teoritis yang telah diuraikan membawa implikasi konkret yang tak dapat ditunda bagi ekosistem pendidikan tinggi di Indonesia. Paling sedikit, terdapat empat dimensi yang menuntut perhatian serius dari para pengambil kebijakan dan pemimpin akademik.

Dimensi pertama adalah pembaruan kurikulum. Mengintegrasikan computational thinking ke dalam kurikulum tidak berarti seluruh program studi wajib membuka mata kuliah pemrograman baru. Yang jauh lebih strategis adalah mendesain ulang mata kuliah yang sudah ada seperti metodologi penelitian, analisis dan statistika, atau seminar pemecahan masalah sehingga kerangka dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma tertanam secara organik sebagai pendekatan berpikir yang diajarkan dan dilatihkan.

Dimensi kedua berkaitan dengan transformasi pedagogi. Riset Budiman et al. (2024) memperkuat argumen bahwa pembelajaran berbasis proyek dan pembelajaran berbasis masalah adalah dua pendekatan yang terbukti efektif menumbuhkan computational thinking. Para dosen perlu difasilitasi untuk merancang tugas-tugas otentik yang mendorong mahasiswa memecah masalah rumit, menelusuri pola, dan membangun solusi terstruktur—tidak harus dengan menulis kode, tetapi dengan menerapkan logika berpikir yang sama.

Dimensi ketiga mencakup kebijakan penguatan kapasitas kelembagaan. Institusi perguruan tinggi perlu merancang program pengembangan profesi berkelanjutan bagi dosen lintas disiplin agar mereka mampu menjadi fasilitator computational thinking yang kompeten di bidangnya masing-masing. Kemitraan strategis dengan pelaku industri teknologi juga dapat membuka akses mahasiswa terhadap persoalan nyata yang membutuhkan penalaran komputasional.

Dimensi keempat adalah penguatan literasi AI yang kritis. Dalam lanskap AI generatif yang semakin memasyarakat, computational thinking menjadi fondasi bagi kemampuan mengevaluasi keluaran AI secara kritis termasuk mendeteksi halusinasi model, mengidentifikasi bias algoritmik, dan menempatkan AI sebagai alat yang memperluas kapasitas manusia, bukan menggantikan tanggung jawab intelektual.

4. KESIMPULAN

Kajian ini menegaskan bahwa logika komputasional yang diwujudkan melalui empat pilar berpikir komputasional: dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma merupakan kompetensi yang nilainya justru kian meningkat seiring dengan semakin dalamnya penetrasi AI ke dalam kehidupan profesional dan akademik. Lebih dari sekadar prasyarat teknis penulisan kode, ia adalah paradigma meta-kognitif yang mengokohkan kapasitas individu dari latar belakang disiplin mana pun untuk mengurai dan menyelesaikan kompleksitas persoalan abad ke-21 secara sistematis.



Dalam konteks pendidikan tinggi Indonesia, kesenjangan antara urgensi kompetensi ini dan tingkat integrasinya ke dalam kurikulum lintas program studi masih tergolong lebar. Menutup kesenjangan ini mensyaratkan gerak bersama pada tiga level sekaligus: redesain kurikulum yang menjadikan kerangka *computational thinking* sebagai tulang punggung lintas disiplin; pembaruan orientasi pedagogis menuju pembelajaran autentik yang melatih penyelesaian masalah terstruktur; serta pengembangan kapasitas pendidik agar mampu menjadi mediator yang efektif dalam menanamkan pola pikir komputasional.

Pada akhirnya, perguruan tinggi yang berhasil menjadikan berpikir komputasional bukan sekadar materi pelajaran, melainkan budaya berpikir yang menginternalisasi pada diri lulusannya, akan melahirkan generasi yang tidak hanya terampil secara digital, tetapi juga tangguh secara intelektual: sosok inovator, pemikir analitis, dan pemimpin yang siap bernavigasi di tengah arus perubahan teknologi yang tidak akan pernah berhenti.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, S., Rahmat, A., & Kurniawati, F. (2024). Analisis efektivitas pembelajaran coding berbasis proyek terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Edukasi Teknologi*, 15(2), 210–225.
- Fitriani, L. (2024). Metodologi dekomposisi dalam troubleshooting sistem informasi. *Jurnal Ilmiah Komputer*, 18(3), 88–94.
- Gunawan, I. (2025). *Navigasi karier di era AI: Mengapa logika masih menang*. Tekno Media.
- Pratama, A. B. (2024). *Langkah awal berpikir komputasional*. Penerbit Digital Nusantara.
- Sanjaya, R. (2025). *Logika dan struktur pemrograman modern*. Informatika Press.
- Sari, D. N. (2026). *Literasi baru: Coding untuk semua orang*. Pustaka Ilmu Abadi.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.