



Analisis kemampuan *abstraction* & *algorithmic thinking* dalam menyelesaikan masalah matematika realistik: mahasiswa versus AI

Riska Ayu Ardani*, Muji Suwarno

Pendidikan Matematika, FST, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

riskaayuardani@walisongo.ac.id

Abstract

Artificial Intelligence (AI) in education not only offers significant potential for facilitating access to information but also presents challenges to students' independence and thinking processes. Problem-solving is a fundamental cognitive skill that requires abstraction and algorithmic thinking. Preliminary analysis revealed that 22 out of 25 students experienced difficulties in identifying relevant information and designing algorithms to solve realistic mathematical problems. These students made errors in simplifying problems and formulating strategic solution steps despite using AI. This qualitative study aims to describe the errors made by students in the processes of abstraction and algorithmic thinking. In addition, students' solutions were compared with AI-generated outputs to identify their error characteristics. The study involved three students and two AI models (ChatGPT and Gemini) as subjects. Data were collected through realistic problem-solving tests and interviews. The findings indicate that students remain vulnerable to both conceptual and procedural errors, whereas AI predominantly exhibits conceptual errors in the abstraction process. These findings highlight the need to enhance students' abstraction and algorithmic thinking skills through more effective instructional approaches. Although AI has the potential to support simulation and analysis, it cannot fully replace students' thinking abilities; therefore, students' confidence in solving problems should also be strengthened.

Keywords: abstraction; algorithmic thinking; realistic mathematics; artificial intelligence

Abstrak

Peran *Artificial Intelligence* (AI) di dunia pendidikan bukan hanya menawarkan potensi besar dalam kemudahan akses informasi, tetapi juga menimbulkan tantangan terhadap kemandirian dan proses berpikir mahasiswa. Pemecahan masalah merupakan proses berpikir dan kemampuan mendasar yang memerlukan proses *abstraction* dan *algorithmic thinking*. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa 22 dari 25 mahasiswa masih mengalami hambatan dalam mengidentifikasi informasi penting serta merancang algoritma pemecahan masalah matematika realistik. Mahasiswa melakukan kesalahan dalam penyederhanaan masalah dan merancang langkah strategis meskipun telah memanfaatkan AI. Penelitian kualitatif ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam proses *abstraction* dan *algorithmic thinking*. Di sisi lain, hasil mahasiswa dibandingkan dengan keluaran AI untuk mengidentifikasi karakteristik kesalahannya. Penelitian ini melibatkan 3 mahasiswa dan 2 model AI (ChatGPT dan Gemini) sebagai subjek. Data dikumpulkan melalui tes pemecahan masalah realistik dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa masih rentan terhadap kesalahan konseptual dan prosedural, sedangkan AI lebih dominan melakukan kesalahan konseptual dalam proses *algorithmic thinking*. Temuan ini menegaskan bahwa kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa perlu ditingkatkan melalui

pendekatan pembelajaran yang lebih optimal. AI berpotensi digunakan sebagai sarana untuk simulasi dan analisis, namun tidak dapat sepenuhnya menggantikan kemampuan berpikir mahasiswa, sehingga kepercayaan diri dalam menyelesaikan masalah juga perlu dikembangkan.

Kata Kunci: abstraksi, berpikir algoritmik; matematika realistik; kecerdasan buatan

1. PENDAHULUAN

Peran *Artificial Intelligence* (AI) dalam dunia pendidikan secara signifikan telah mengubah praktik pengajaran dan pembelajaran, menawarkan peluang dan tantangan. Teknologi AI telah memungkinkan pengembangan platform pembelajaran yang dipersonalisasi dan sistem pembelajaran adaptif yang menyesuaikan pengalaman pendidikan dengan kebutuhan individu siswa, sehingga meningkatkan keterlibatan dan meningkatkan hasil pembelajaran (Bushuyev dkk., 2024; Qurbonova, B. & Yusupova, A., 2024; Sumartono dkk., 2024). Peran AI dalam pendidikan meluas ke penciptaan sistem bimbingan cerdas dan ruang kelas virtual, yang memfasilitasi lingkungan pembelajaran jarak jauh dan campuran, tren yang dipercepat oleh pandemi COVID-19 (Bushuyev dkk., 2024). Dalam konteks pendidikan matematika, AI mulai digunakan sebagai alat bantu dalam memecahkan masalah dan mendukung pembelajaran. Teknologi AI seperti sistem bimbingan cerdas, robotika, dan model AI generatif seperti ChatGPT sedang digunakan untuk menciptakan pengalaman belajar yang dipersonalisasi, memberikan umpan balik real-time, dan memfasilitasi lingkungan pemecahan masalah interaktif, sehingga mengatasi tantangan tradisional dalam instruksi matematika (Pratibha & Chandra, 2024).

Saat ini, berbagai platform AI tersedia dan digunakan secara luas oleh masyarakat untuk membantu berbagai aktivitas. Pertama, ChatGPT yang dikembangkan oleh OpenAI adalah model bahasa generatif canggih berdasarkan arsitektur GPT-3.5, dirancang untuk memproses dan menghasilkan teks alami dengan memahami konteks linguistik yang menyerupai komunikasi manusia (Manisha Rajesh Gupta, 2024). Kedua adalah Gemini yang dikembangkan oleh Google DeepMind, model kecerdasan buatan multimodal canggih yang dirancang untuk memproses dan mengintegrasikan berbagai jenis data, termasuk teks, gambar, suara, dan kode, ke dalam satu sistem pemahaman kontekstual. Model AI ini adalah bagian dari keluarga model multimodal yang sangat mampu, yang mencakup versi berbeda seperti Gemini Ultra, Pro, dan Nano, masing-masing disesuaikan untuk aplikasi tertentu mulai dari tugas penalaran yang kompleks hingga kasus penggunaan yang dibatasi oleh memori pada perangkat (Anil dkk., 2025).

Dalam era perkembangan AI seperti ini, kemampuan memecahkan masalah menjadi salah satu kemampuan esensial yang perlu dimiliki mahasiswa. Kemampuan pemecahan masalah termasuk proses *abstraction* dan *algorithmic thinking* sangat penting untuk menavigasi kompleksitas lingkungan yang digerakkan oleh teknologi modern (Singh dkk., 2024; Wang & Liu, 2024). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa menekankan

proses *abstraction* dan *algorithmic thinking* ke dalam pendidikan matematika dapat secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kemampuan kognitif, menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti logika dan kreativitas (Fauzi dkk., 2024)

Meskipun demikian, penelitian terkini menunjukkan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* ketika berhadapan dengan masalah realistik (Rojas & Benakli, 2020). Hambatan yang sering ditemui antara lain ketidakmampuan mengidentifikasi informasi penting dari konteks dan kecenderungan merancang prosedur penyelesaian yang tidak sistematis (Prabawanto dkk., 2024; Shodikin dkk., 2024). Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun RME berpotensi menjadi sarana yang efektif untuk menumbuhkan kemampuan pemecahan masalah, implementasinya di perguruan tinggi masih menghadapi tantangan signifikan yang memerlukan perhatian dalam desain pembelajaran.

Perbandingan antara mahasiswa dan AI menjadi penting untuk mengidentifikasi persamaan maupun perbedaan kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* yang muncul dalam penyelesaian masalah realistik. Mahasiswa, dengan latar belakang kognitif dan pengalaman belajar yang beragam, cenderung menampilkan variasi dalam melakukan abstraksi dan algoritmik (Gasaymeh & AlMohtadi, 2024). Sebaliknya, AI menampilkan pola yang lebih konsisten, tetapi cenderung kurang adaptif dalam menghadapi konteks ambigu atau memerlukan penalaran kreatif (Bartsch dkk., 2023; Dainys, 2024). Dengan demikian, analisis kontras keduanya dapat membuka pemahaman baru mengenai potensi dan keterbatasan masing-masing pihak dalam menerapkan proses *abstraction* dan *algorithmic thinking*. Analisis ini juga penting untuk merancang strategi pembelajaran yang memanfaatkan kekuatan AI sekaligus memperkuat kompetensi mahasiswa.

Fenomena perbedaan kemampuan antara mahasiswa dan AI menyoroti adanya kesenjangan konseptual dan praktis dalam pemecahan masalah matematika. Mahasiswa mungkin lebih unggul dalam mengaitkan pengalaman kontekstual dan intuisi matematika, tetapi sering terjebak pada kesalahan prosedural (Dorner dkk., 2026). Sebaliknya, AI sangat kuat dalam menjalankan prosedur yang sistematis, tetapi kurang mampu memahami nuansa konteks yang kompleks dan penuh makna (A. Singh, 2023; Zaman, 2024). Kontras ini menunjukkan bahwa membandingkan keduanya tidak hanya relevan untuk memahami bagaimana proses *abstraction* dan *algorithmic thinking* bekerja pada dua entitas berbeda, tetapi juga untuk menemukan peluang integrasi dalam praktik pembelajaran matematika. Dengan memanfaatkan keunggulan keduanya, pendidik dapat mengembangkan pendekatan pedagogis yang lebih holistik di era digital.

Melihat perbedaan tersebut, penelitian terdahulu lebih banyak menyoroti pengembangan berpikir mahasiswa dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi, tetapi jarang membandingkannya secara langsung dengan performa AI. Sebagian studi fokus pada efektivitas penggunaan media digital atau platform pembelajaran daring untuk mendukung kemampuan pemecahan masalah mahasiswa (Lubis, 2023; Qudwatullathifah dkk., 2023; Rosydiana dkk., 2023; Setiawan dkk., 2023). Di sisi lain, penelitian mengenai kemampuan AI dalam menyelesaikan masalah matematika lebih banyak membahas aspek teknis dan performa algoritmik, bukan perbandingannya dengan kognisi manusia (Liang dkk., 2026; Mane, 2024; Oh, 2025). Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian yang penting, yaitu eksplorasi perbedaan dan persamaan kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa dengan AI dalam menyelesaikan masalah realistik. Kesenjangan ini sekaligus memberikan dasar yang kuat bagi penelitian kualitatif yang lebih mendalam.

Selain itu, fenomena integrasi AI dalam pendidikan menimbulkan tantangan etis dan pedagogis. Jika AI lebih unggul dalam menyelesaikan prosedur matematis, ada kekhawatiran mahasiswa akan semakin bergantung pada teknologi tanpa mengembangkan kapasitas kognitifnya secara optimal (Zhai dkk., 2024). Kondisi ini dapat melemahkan esensi pendidikan yang menekankan proses berpikir kritis, refleksi, dan kreativitas. Oleh karena itu, memahami sejauh mana kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa berbeda dengan AI akan memberikan wawasan penting mengenai bagaimana pendidikan dapat tetap menekankan pengembangan manusia seutuhnya. Pemahaman ini juga dapat menjadi pijakan dalam menyusun kebijakan pendidikan yang lebih adaptif terhadap era digital.

Di sisi lain, peluang besar juga terbuka apabila AI dipandang bukan sebagai pesaing, melainkan sebagai mitra belajar. Dengan mengidentifikasi area di mana AI unggul dan area di mana mahasiswa lebih kuat, pendidik dapat merancang strategi pembelajaran kolaboratif yang saling melengkapi. Misalnya, AI dapat digunakan untuk membantu mahasiswa dalam mengasah keterampilan prosedural, sementara pendidik menekankan aspek penalaran konseptual dan kontekstual. Pendekatan integratif semacam ini berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran matematika yang lebih holistik (Mustafa, 2024). Oleh karena itu, penelitian yang membandingkan kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa dan AI tidak hanya bersifat analitis, tetapi juga aplikatif dalam mendukung desain pembelajaran masa depan.

Analisis perbandingan ini memberikan peluang untuk menyingkap kekuatan dan kelemahan baik mahasiswa maupun AI dalam menerapkan proses *abstraction* dan *algorithmic thinking*. Mahasiswa sering memperlihatkan fleksibilitas dalam menghubungkan konteks dengan pengalaman belajar, tetapi cenderung tidak konsisten secara prosedural. Sebaliknya, AI menampilkan konsistensi algoritmik tinggi namun terbatas dalam menghadapi masalah yang membutuhkan interpretasi kontekstual

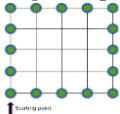
(Hollister dkk., 2017; H. Wang & Star, 2023). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dapat mengungkap sejauh mana masing-masing pihak memiliki keunggulan relatif yang dapat dimanfaatkan dalam desain pembelajaran. Lebih jauh, identifikasi kesalahan *abstraction* dan *algorithmic thinking* yang muncul dari mahasiswa maupun AI dapat menjadi pintu masuk bagi perbaikan strategi pembelajaran. Misalnya, mahasiswa kerap gagal melakukan identifikasi masalah, sementara AI sering kali kesulitan menafsirkan makna di balik konteks realistik (Assaf dkk., 2024; A. Singh, 2023). Dengan menelaah kedua jenis kesalahan ini, pendidik dapat merancang intervensi pedagogis yang lebih tepat sasaran. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga memberikan dasar bagi pengembangan pembelajaran matematika yang lebih efektif.

Penelitian ini memiliki urgensi karena era digital menuntut mahasiswa tidak hanya menguasai konsep matematika, tetapi juga keterampilan memecahkan masalah. Perguruan tinggi sebagai institusi pendidikan dituntut untuk merancang pembelajaran matematika yang responsif terhadap tantangan tersebut, sehingga mahasiswa dapat beradaptasi dengan perkembangan teknologi sekaligus tetap menguasai kompetensi dasar. Dalam konteks ini, pembelajaran yang mengintegrasikan pemecahan masalah matematika realistik menjadi semakin relevan, karena memungkinkan mahasiswa mengembangkan kemampuan analitis, kreatif, dan adaptif dalam menghadapi situasi nyata. Penelitian ini akan mengisi kesenjangan penelitian dengan menganalisis secara mendalam kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa dibandingkan dengan AI dalam pemecahan masalah realistik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan ilmu pendidikan matematika, tetapi juga kontribusi praktis bagi dosen dalam merancang pembelajaran yang lebih adaptif, serta bagi mahasiswa dalam menghadapi tantangan era digital. Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengkaji secara mendalam kemampuan berpikir *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa dan AI dalam menyelesaikan masalah matematika realistik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif-komparatif yang bertujuan menganalisis kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa serta AI dalam menyelesaikan masalah matematika realistik. Data diperoleh melalui tes, wawancara mahasiswa, dan hasil penyelesaian soal oleh model AI (ChatGPT dan Gemini), kemudian dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif untuk membandingkan strategi, keberhasilan, dan kompleksitas solusi. Subjek penelitian terdiri dari tiga mahasiswa calon pendidik matematika dari semester 3 (M3), 5 (M2), dan 7 (M4). Penelitian dilaksanakan melalui enam tahap, yaitu perencanaan instrumen, pengumpulan data mahasiswa dan AI, analisis data, wawancara, serta interpretasi hasil. Instrumen penelitian disusun untuk mengukur kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* dalam penyelesaian masalah matematika realistik. Adapun instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen Tes

Kode Soal	Soal Tes																		
Abstraction (AN)	Pada Gambar 1 berikut, terdapat sebuah papan permainan dengan 4 buah koin, yang digambarkan sebagai diagram pada Gambar 2.  Gambar 1  Gambar 2 Pada Gambar 2, setiap koin digambarkan sebagai sebuah lingkaran. Jika dua buah koin berada pada baris dan kolom yang sama pada papan permainan, maka gambarkan sebuah garis yang menghubungkan kedua buah koin tersebut. Tidak ada garis lain dalam diagram, selain yang menghubungkan dua buah koin seperti dijelaskan di atas. Huruf yang dituliskan pada setiap koin akan membantu memeriksa apakah diagram benar. Tantangan: Untuk gambar papan permainan dengan 6 koin sebagai berikut yang memang tidak kelihatan hurufnya, diagram mana yang benar? Pilihan Jawaban:     Sumber: Soal Bebras Kode I-2018-BE-03 Pertanyaan Stimulus: - Tuliskan informasi penting untuk dapat menemukan jawaban yang benar. - Berikan alasan mengapa diagram yang dipilih merupakan jawaban yang benar.																		
Algorithmic thinking (AT)	Angelo si berang-berang mendapat hadiah sebuah robot yang dapat membantunya untuk menanam pohon untuk membuat kebun. Robot mengerti perintah sebagai berikut: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Perintah</th><th>Arti</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Start</td><td>Hidupkan robot</td></tr> <tr> <td>Maju (X)</td><td>Robot maju X meter</td></tr> <tr> <td>Mundur (X)</td><td>Robot mundur X meter</td></tr> <tr> <td>KeKiri (X)</td><td>Robot berputar ke kiri</td></tr> <tr> <td>KeKanan (X)</td><td>Robot berputar ke kanan</td></tr> <tr> <td>Tanam</td><td>Robot menanam Pohon</td></tr> <tr> <td>Ulangi X (instruksi)</td><td>Robot mengulangi instruksi dalam kurung sebanyak X kali</td></tr> <tr> <td>Stop</td><td>Matikan Robot</td></tr> </tbody> </table> Ada 16 lokasi yang harus ditanami pohon pada sebuah lapangan berbentuk persegi. Sisi lapangan ukurannya 8 meter dan setiap pohon harus ditanam dengan jarak 2 meter. Robot berada pada posisi pojok kiri bawah dengan arah seperti ditunjukkan oleh panah. Pada awalnya, robot pada status mati dan setelah selesai menanam pohon, harus dimatikan. Setelah sebuah pohon ditanam, robot dapat melanjutkan gerakan tanpa halangan sepanjang garis-garis pada gambar. Tantangan: Program yang mana yang akan membuat robot menanam semua pohon sepanjang sisi lapangan seperti ditunjukkan pada gambar?  Starting point Sumber: Soal Bebras Kode I-2018-CY-05 Pilihan Jawaban: A <pre> Start Ulangi 4{ Ulangi 4{Tanam; Maju(2)}, KeKanan(90)} Stop </pre> B <pre> Start Ulangi 4{ Ulangi 4{ Tanam, Maju (2)}, KeKiri(90)} Stop </pre> C <pre> Start Ulangi 4{ Ulangi 4{ Maju (2), Tanam }, KeKiri (90)} Stop </pre> D <pre> Start Ulangi 4{ Ulangi 4{ Maju (1), Tanam }, KeKanan (90)} Stop </pre> Pertanyaan Stimulus: - Tuliskan langkah-langkah solusi secara logis dan berurutan! - Tuliskan prosedur yang dapat diulang dan digunakan kembali dalam permasalahan tersebut!	Perintah	Arti	Start	Hidupkan robot	Maju (X)	Robot maju X meter	Mundur (X)	Robot mundur X meter	KeKiri (X)	Robot berputar ke kiri	KeKanan (X)	Robot berputar ke kanan	Tanam	Robot menanam Pohon	Ulangi X (instruksi)	Robot mengulangi instruksi dalam kurung sebanyak X kali	Stop	Matikan Robot
Perintah	Arti																		
Start	Hidupkan robot																		
Maju (X)	Robot maju X meter																		
Mundur (X)	Robot mundur X meter																		
KeKiri (X)	Robot berputar ke kiri																		
KeKanan (X)	Robot berputar ke kanan																		
Tanam	Robot menanam Pohon																		
Ulangi X (instruksi)	Robot mengulangi instruksi dalam kurung sebanyak X kali																		
Stop	Matikan Robot																		

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan tiga mahasiswa dengan tingkat kemampuan berbeda yang ditentukan berdasarkan hasil tes pemecahan masalah realistik awal, yaitu M2 dengan kemampuan tinggi, M3 rendah, dan M4 sedang. Selain itu, penelitian melibatkan dua model AI berbasis large language models (LLMs), yaitu ChatGPT dan Gemini. Seluruh subjek menyelesaikan soal *abstraction* (AN) dan *algorithmic thinking* (AT), kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pola keberhasilan dan kesalahan dalam penyelesaian masalah. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Tes *Abstraction* (AN) dan *Algorithmic Thinking* (AT)

Kode Subjek	Soal AN	Jenis Kesalahan	Soal AT	Jenis Kesalahan
M2	Kurang Tepat	Konseptual	Benar	Tidak Ada
M3	Salah	Konseptual	Salah	Konseptual
M4	Salah	Prosedural	Kurang Tepat	Prosedural
ChatGPT	Salah	Konseptual	Benar	Tidak Ada
Gemini	Salah	Konseptual	Benar	Tidak Ada

3.1 Proses *Abstraction* (AN) Mahasiswa vs AI

Proses AN Mahasiswa

Proses berpikir abstraksi M2 menunjukkan bahwa M2 berusaha menuliskan tiga informasi utama yang terdapat pada gambar. Pertama, koin yang berada pada kolom yang sama dihubungkan oleh satu garis; kedua, koin yang berada pada baris yang sama juga dihubungkan oleh garis; dan ketiga, bentuk diagram yang disajikan dianggap lebih sederhana karena memperlihatkan keterhubungan langsung pada setiap baris dan kolom. Dari jawaban tersebut terlihat bahwa M2 berusaha menyaring informasi soal dengan menekankan pada relasi antarposisi, kemudian menyajikannya dalam bentuk yang dianggap lebih sederhana dan mudah dipahami. Langkah berpikir ini menunjukkan bahwa M2 mencoba melakukan generalisasi melalui representasi visual berupa diagram, sebagai wujud dari upaya membentuk model abstrak dari informasi yang tersedia. Adapun hasil jawaban M2 dapat dilihat pada Gambar 1.

Jawaban A

Untuk membuat sebuah diagram yang saling terhubung ini yang yang menjadi ~~tujuan~~ penghubung.

- koin yang berada pd kolom yg sama terhubung oleh satu garis.
- kemudian koin yg berada pada baris yg sama yg terhubung dalam satu garis.
- Bentuk diagram ini lebih sederhana dan langsung terhubung dalam satu garis pada tiap baris dan kolomnya.

(salah identifikasi di awal)

ternyata B.

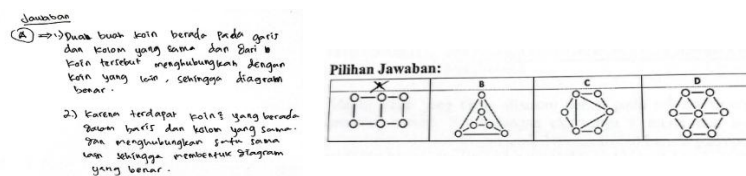
karena saling berkaitan setiap 3 koin.

Pilihan Jawaban:

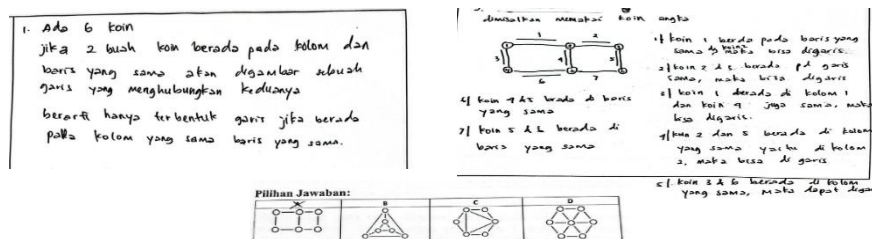
Gambar 1. Jawaban M2 pada soal AN

Pada soal yang meminta mahasiswa menuliskan informasi penting, M4 memulai dengan mengidentifikasi jumlah koin yang ada, yaitu 6 buah, kemudian menyatakan aturan bahwa dua koin yang berada pada baris dan kolom yang sama dapat dihubungkan dengan sebuah garis. Informasi ini ia pertegas kembali bahwa garis hanya akan terbentuk jika koin memang berada pada baris atau kolom yang sama. Langkah ini menunjukkan bahwa M4 sudah mampu memilah informasi yang relevan dari soal, yaitu aturan keterhubungan posisi koin.

Selanjutnya, ketika diminta memberikan alasan mengapa diagram yang dipilih merupakan jawaban yang benar, M4 melanjutkan dengan membuat representasi visual berupa gambar diagram koin bernomor. M4 kemudian menguraikan keterhubungan antar koin satu per satu, misalnya koin 1 dengan koin 2, koin 2 dengan koin 3, dan seterusnya, dengan dasar bahwa mereka berada pada baris atau kolom yang sama. Meskipun M4 memahami aturan penting dalam soal tersebut, namun saat menyelesaikan masalah M4 melakukan kesalahan representasi informasi yang dimiliki sehingga jawaban yang diperoleh M4 tidak tepat. Adapun hasil jawaban M3 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Jawaban M3 pada soal AN



Gambar 3. Jawaban M4 pada soal AN

Proses berpikir abstraksi pada empat mahasiswa terpilih (M2, M3, dan M4). M2 menuliskan tiga informasi utama dari gambar dengan menekankan keterhubungan koin dalam baris maupun kolom. M2 berusaha menyusun representasi diagram secara verbal sehingga terlihat ada usaha menyaring informasi penting. M3 memberikan alasan atas jawabannya, tetapi informasi yang digunakan belum relevan untuk menemukan jawaban yang benar. Abstraksi yang dilakukan cenderung berupa deskripsi umum tanpa menampilkan informasi inti. M4 mampu mengidentifikasi informasi penting dari soal, yaitu jumlah koin dan aturan keterhubungan berdasarkan baris atau kolom yang sama. M4 juga mempertegas aturan tersebut dan mencoba merepresentasikannya melalui diagram koin bernomor serta menguraikan keterhubungan antar koin satu per satu.

Namun, meskipun memahami aturan utama, M4 melakukan kesalahan dalam merepresentasikan informasi sehingga jawaban akhirnya tidak tepat.

Proses AN AI

Secara keseluruhan, alur pemikiran ChatGPT menunjukkan kekuatan dalam abstraksi formal, terutama dalam mengubah konteks visual menjadi simbolis, menyusun aturan, dan melakukan generalisasi matematis, namun memiliki keterbatasan dalam verifikasi berbasis visual. Peneliti menafsirkan hal ini sebagai indikasi bahwa kemampuan abstraksi ChatGPT bersifat parsial: kuat dalam dimensi logika dan simbolik, tetapi masih lemah dalam menghubungkan hasil perhitungan dengan representasi diagramatis yang benar. Berikut jawaban Asli chatGPT dalam menjawab soal AN.

Diagram yang benar: pilihan C.

Langkah-langkah penyelesaian (langkah demi langkah)

1. Kenali tata letak koin pada papan.

Dari gambar papan (gambar 6 koin) koin terletak pada dua baris dan tiga kolom — susunan 2×3 . Jika kita beri nomor posisi sebagai:

Top row: $T1 \ T2 \ T3$

Bottom row: $B1 \ B2 \ B3$ (Berdasar pemeriksaan gambar, ada 3 koin di baris atas dan 3 koin di baris bawah — posisi kolom kiri/tengah/kanan.)

2. Tafsirkan aturan gambar garis.

Aturan soal: jika dua buah koin berada pada **baris yang sama** atau **kolom yang sama**, gambarkan sebuah garis yang menghubungkan kedua koin tersebut. Artinya: setiap **pasangan** koin yang terletak pada baris yang sama harus dihubungkan, dan setiap **pasangan** koin yang terletak pada kolom yang sama juga harus dihubungkan.

3. Tentukan semua pasangan koin yang harus dihubungkan.

- Semua pasangan pada **baris atas** ($T1, T2, T3$) → ketiga pasangan: ($T1-T2$), ($T2-T3$), ($T1-T3$). → membentuk **segitiga lengkap** ($K3$) pada baris atas.
- Semua pasangan pada **baris bawah** ($B1, B2, B3$) → ($B1-B2$), ($B2-B3$), ($B1-B3$). → membentuk **segitiga lengkap** pada baris bawah.
- Pasangan pada **kolom yang sama** (kolom 1, 2, 3): ($T1-B1$), ($T2-B2$), ($T3-B3$). → tiga garis vertikal yang menghubungkan koin atas-bawah pada tiap kolom. Total garis yang harus ada = 3 (atas) + 3 (bawah) + 3 (vertikal) = 9 garis.

4. Gambarkan hasilnya secara konseptual.

Jika Anda gambar semua sambungan tersebut, Anda akan mendapat dua segitiga (untuk baris atas dan baris bawah) yang dihubungkan oleh tiga ruas vertikal — bentuknya mirip segi-enam dengan tiga diagonal (secara visual: pilihan C pada soal).

5. Cocokkan dengan pilihan diagram yang diberikan.

- **Pilihan A** menampilkan hanya sambungan antar tetangga (hanya ruas horizontal antara $T1-T2$ dan $T2-T3$, serta vertikal untuk kolom) — **tidak** menghubungkan $T1-T3$ atau $B1-B3$ (jadi jumlah garis lebih sedikit).
- **Pilihan B** dan **D** menunjukkan topologi lain (bentuk segitiga teratur / hex-hub) yang **tidak** cocok dengan aturan 'hubungkan setiap pasangan koin pada baris yang sama' untuk kasus 3 koin per baris.
- **Pilihan C** menunjukkan kedua baris saling membentuk segitiga (koneksi lengkap pada tiap baris) dan sambungan antar kolom — **sesuai** dengan daftar pasangan yang harus dihubungkan (total 9 garis).

6. Verifikasi (ringkasan bukti).

- Dari susunan 2×3 , pasangan yang harus dihubungkan dihitung dan jumlahnya 9.
- Diagram C adalah yang memuat semua koneksi tersebut (segitiga atas, segitiga bawah, dan 3 penghubung kolom).
⇒ Jadi C memenuhi aturan dan merupakan jawaban benar.

Pada indikator abstraksi, Gemini memulai dengan menentukan jawaban singkat: “Berdasarkan aturan yang diberikan, diagram yang benar untuk papan permainan 6 koin adalah pilihan A.” Keputusan ini langsung menegaskan pilihan akhir sebelum penjelasan, menunjukkan strategi berpikir top-down. Dari sudut pandang peneliti, strategi ini mengindikasikan bahwa Gemini sudah mengarahkan proses berpikirnya pada pencocokan diagram dengan aturan, bukan pada eksplorasi dari representasi visual ke simbolik secara bertahap. Berikut jawaban Asli Gemini dalam menjawab soal AN.

Berdasarkan aturan yang diberikan, diagram yang benar untuk papan permainan 6 koin adalah **pilihan A**.

Cara Pengerjaan

Untuk menemukan diagram yang benar, kita perlu menerapkan aturan yang sama seperti pada contoh 4 koin: sebuah garis digambar antara dua koin jika mereka berada pada **baris atau kolom yang sama**.

1. **Analisis Papan Permainan 6 Koin**

- Mari kita beri label koin-koin tersebut untuk memudahkan analisis. Anggap saja koin-koin pada papan permainan 6 koin memiliki posisi sebagai berikut:

- Koin 1: baris 5, kolom 2
- Koin 2: baris 5, kolom 4
- Koin 3: baris 5, kolom 5
- Koin 4: baris 3, kolom 2
- Koin 5: baris 3, kolom 4
- Koin 6: baris 3, kolom 5

2. **Identifikasi Hubungan Garis Berdasarkan Baris yang Sama**

- **Baris 5:** Koin 1, Koin 2, dan Koin 3 berada pada baris yang sama. Ini berarti ada garis yang menghubungkan:

- Koin 1 dengan Koin 2
- Koin 1 dengan Koin 3
- Koin 2 dengan Koin 3

- **Baris 3:** Koin 4, Koin 5, dan Koin 6 berada pada baris yang sama. Ini berarti ada garis yang menghubungkan:

- Koin 4 dengan Koin 5
- Koin 4 dengan Koin 6
- Koin 5 dengan Koin 6

3. **Identifikasi Hubungan Garis Berdasarkan Kolom yang Sama**

- **Kolom 2:** Koin 1 dan Koin 4 berada pada kolom yang sama. Ini berarti ada garis yang menghubungkan Koin 1 dengan Koin 4.
- **Kolom 4:** Koin 2 dan Koin 5 berada pada kolom yang sama. Ini berarti ada garis yang menghubungkan Koin 2 dengan Koin 5.
- **Kolom 5:** Koin 3 dan Koin 6 berada pada kolom yang sama. Ini berarti ada garis yang menghubungkan Koin 3 dengan Koin 6.

4. **Verifikasi Diagram Pilihan Ganda**

- Diagram yang benar harus memiliki semua hubungan garis yang telah kita identifikasi. Mari kita lihat setiap pilihan:
 - **Pilihan A:** Diagram ini membentuk dua segitiga (untuk koin di baris 5 dan baris 3) yang dihubungkan oleh tiga garis vertikal (untuk koin di kolom 2, 4, dan 5). Ini cocok dengan analisis kita.
 - **Pilihan B, C, dan D:** Diagram ini memiliki bentuk yang berbeda dan tidak mencerminkan hubungan baris dan kolom yang telah kita temukan. Misalnya, pada pilihan B, ada koin yang terisolasi di tengah, yang tidak sesuai dengan papan permainan yang diberikan. Pilihan C memiliki segitiga di bagian atas dan bawah dengan sambungan di tengah, dan Pilihan D memiliki bentuk bintang yang tidak sesuai dengan aturan.

Dengan demikian, **pilihan A** adalah satu-satunya diagram yang secara akurat merepresentasikan koneksi antar koin berdasarkan aturan yang diberikan.

Secara keseluruhan, pola abstraksi Gemini menunjukkan kemampuan representasi simbolis yang rapi dan penerapan aturan yang konsisten, tetapi kelemahan muncul pada tahap pencocokan visual dengan opsi diagram. Sama seperti ChatGPT, Gemini unggul dalam mengabstraksi informasi dari teks ke struktur formal, tetapi kesulitan dalam mengintegrasikan hasil perhitungan dengan pilihan diagram yang sebenarnya benar.

Kedua AI memperlihatkan variasi strategi dalam menyelesaikan soal abstraksi, tetapi hasil akhirnya berbeda. ChatGPT menampilkan proses berpikir yang runtut: mengidentifikasi susunan koin, merumuskan aturan koneksi baris dan kolom, menghitung jumlah total garis (9), lalu mencocokkannya dengan opsi jawaban. Namun, ChatGPT salah memilih C, padahal diagram yang benar adalah B. Kesalahan ini muncul karena ChatGPT terlalu menekankan pada jumlah garis tanpa mencermati struktur representasi visual yang benar.

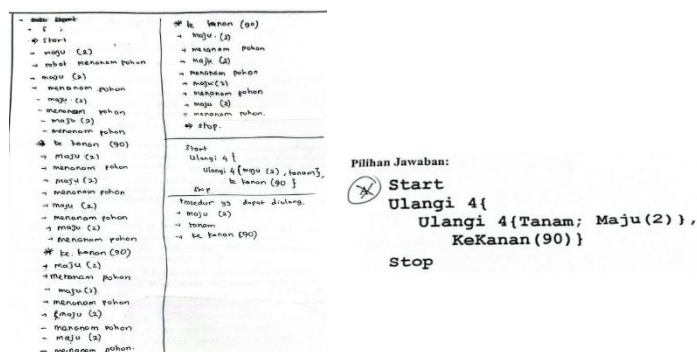
Gemini juga menggunakan pendekatan sistematis dengan memberi label koin berdasarkan koordinat baris dan kolom, lalu mengidentifikasi koneksi baris dan kolom. Akan tetapi, Gemini menyimpulkan jawaban A, yang juga salah. Kekeliruan Gemini berasal dari kesalahan interpretasi visual: ia melihat kesesuaian antara analisis koneksi dengan diagram A, padahal representasi tersebut tidak memenuhi aturan secara tepat.

Dengan demikian, kedua AI gagal menemukan jawaban yang benar (B). ChatGPT unggul dalam eksplisitasi logika dan Gemini dalam struktur labeling, namun semuanya menunjukkan keterbatasan dalam mengaitkan abstraksi konseptual dengan representasi visual yang benar. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun AI memiliki kemampuan algoritmik dan sistematis, aspek interpretasi visual dan kontekstual masih menjadi titik lemah yang signifikan.

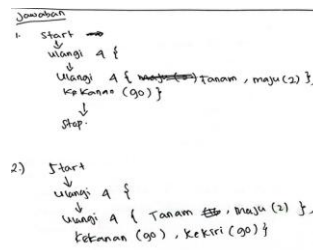
3.2 Proses *Algorithmic Thinking* (AT) Mahasiswa vs AI

Proses AT Mahasiswa

Jawaban M2 menunjukkan bahwa M2 menyusun solusi dengan langkah-langkah yang runtut dan detail. Ia memulai dengan instruksi start, kemudian bergerak maju dua kali, menanam pohon, dan mengulangi pola tersebut. Setelah itu, M2 menambahkan instruksi berpindah arah ke kanan sejauh 90 derajat, lalu kembali melanjutkan pola yang sama hingga seluruh jalur terisi. Urutan ini memperlihatkan bahwa M2 mampu menyusun prosedur secara logis, dimulai dari inisialisasi, aksi utama, hingga transisi ke baris berikutnya. Untuk prosedur yang dapat diulang, M2 merumuskannya dalam bentuk ringkas “maju (2) → tanam → ke kanan (90)” yang dinyatakan dapat diulang sebanyak empat kali. Strategi ini memperlihatkan bahwa M2 mampu mengenali adanya pola berulang (loop) yang menjadi inti penyelesaian soal, sekaligus menyederhanakan prosedur panjang menjadi bentuk yang lebih sistematis dan mudah digunakan kembali.



Gambar 4. Jawaban M2 pada soal AT

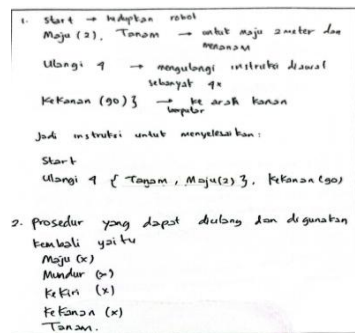


Gambar 5. Jawaban M3 pada soal AT

Jawaban M3 memperlihatkan adanya usaha untuk menyusun langkah-langkah algoritmik dengan menggunakan struktur pengulangan (loop). M3 menuliskan instruksi awal start, kemudian membuat perintah ulangi 4 kali, di dalamnya terdapat perintah tanam dan maju (2), lalu dilanjutkan dengan perintah ke kanan (90). Namun, pada bagian kedua jawabannya, M3 kembali menuliskan pola yang mirip, hanya saja ditambahkan kombinasi perintah ke kanan (90) dan ke kiri (90).

Dari bentuk jawaban ini terlihat bahwa M3 sebenarnya memahami bahwa masalah dapat diselesaikan dengan pola pengulangan, tetapi penjelasan yang diberikan justru menimbulkan kerancuan. Subjek M3 menuliskan dua versi jawaban yang berbeda tanpa penjelasan yang konsisten, sehingga tidak jelas prosedur mana yang benar-benar dipilih. Akibatnya, meskipun sudah menggunakan struktur loop secara umum, strategi algoritmik yang dituliskan menjadi rancu dan sulit ditafsirkan sebagai satu solusi yang utuh.

Subjek M4 menyusun langkah-langkah solusi dengan runtut dan logis. M4 memulai instruksi dengan perintah Start untuk mengaktifkan robot, kemudian memberi perintah Maju (2) agar robot bergerak maju sejauh 2 meter, diikuti oleh perintah Tanam untuk melakukan aksi menanam. Kedua perintah ini dimasukkan ke dalam blok pengulangan sebanyak 4 kali, yang menunjukkan bahwa subjek memahami penggunaan struktur pengulangan untuk efisiensi instruksi. Setelah pengulangan selesai, subjek menambahkan perintah Kanan (90) untuk memutar robot ke kanan sebesar 90 derajat. Instruksi yang ditulis oleh M4 menunjukkan pemahaman terhadap urutan langkah dan cara menyelesaikan tugas secara efektif. Selanjutnya, subjek M4 menjelaskan prosedur dasar yang dapat digunakan kembali dalam menyusun program robot. M4 mencantumkan lima prosedur utama, yaitu Maju (x), Mundur (x), Kiri (x), Kanan (x), dan Tanam. M2 menuliskan proses pengulangan yang tidak dapat dilakukan yaitu Kiri (x). Pada tahap awal M4 telah menganalisis jawaban dengan cara yang tepat namun saat melakukan generalisasi pengulangan yang dapat dilakukan M4 justru mengalami kesalahan.



Gambar 6. Jawaban M4 pada soal AT

Analisis terhadap jawaban empat subjek (M2, M3, dan M4) memperlihatkan variasi kemampuan dalam menyusun algoritma. M2 menyusun solusi dengan detail dan runtut. Ia menuliskan langkah maju, menanam pohon, berpindah arah ke kanan, lalu mengulang pola yang sama. M2 juga merumuskan prosedur ringkas berupa “maju (2) → tanam → ke kanan (90)” yang dapat diulang, sehingga memperlihatkan kemampuan dalam menyusun sub-prosedur berulang secara sistematis. M3 berusaha menggunakan struktur pengulangan (*loop*) dalam penyelesaiannya, tetapi menuliskan dua versi jawaban berbeda yang tidak konsisten. Hal ini membuat langkah-langkah solusi menjadi rancu, sehingga sulit dipastikan mana prosedur yang benar-benar ia pilih. Dengan demikian, meskipun memahami pentingnya pengulangan, strategi algoritmik M3 masih belum jelas. M4 menyusun instruksi secara runtut mulai dari start, menggunakan loop untuk efisiensi perintah tanam dan maju, serta menambahkan rotasi ke kanan (90) sebagai transisi. Namun M4 justru melakukan kesalahan, yaitu dengan memasukkan prosedur Kiri (x) sebagai bagian dari pengulangan padahal hal tersebut tidak sesuai. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun M4 memahami konsep dasar prosedur, M4 masih kurang tepat dalam menentukan mana prosedur yang dapat digeneralisasi dalam bentuk pengulangan.

Proses AT AI

Analisis ini berfokus pada bagaimana masing-masing AI (ChatGPT dan Gemini) memahami struktur masalah, menyusun langkah algoritmik, serta mengevaluasi pilihan jawaban yang tersedia. Setiap AI memiliki strategi tersendiri dalam menafsirkan perintah, memecah permasalahan, dan menyusun prosedur berulang, sehingga deskripsi hasil akan membedah proses berpikir algoritmik yang terbentuk pada masing-masing model. Berikut jawaban Asli ChatGPT dalam menjawab soal AT.

Program A (ditulis ulang):

```
Start
Ulangi 4 {
  Ulangi 4 { Tanam; Maju(2);
  KeKanan(90)
}
Stop
```

Cara penyelesaian (langkah demi langkah)

1. Menafsirkan soal (jumlah titik tanam).

Sisi lapangan = 8 m, jarak antar pohon = 2 m → tiap sisi memiliki $8 / 2 + 1 = 5$ titik (termasuk kedua pojok). Jumlah titik di keliling (perimeter) = $4 \times 5 - 4 = 16$ (karena 4 pojok dihitung dua kali bila dijumlah langsung), jadi memang ada 16 lokasi yang harus ditanami.

2. Menganalisis struktur program A.

- Ulangi 4 { ... } paling luar → melakukan prosedur yang sama untuk masing-masing 4 sisi kotak.
- Di dalam setiap sisi, ada Ulangi 4 { Tanam; Maju(2) } → per sisi robot melakukan 4 kali: tanam pada posisi sekarang, lalu maju 2 m. Setelah 4 kali itu robot berada di pojok berikutnya (karena 4 langkah $\times$ 2 m = 8 m total sepanjang sisi).
- Setelah inner-loop selesai, KeKanan(90) memutar robot 90° ke arah sisi berikutnya (mengikuti keliling kotak secara searah jarum jam).

3. Simulasi satu sisi (dengan koordinat posisi sepanjang sisi):

Misal posisi sepanjang satu sisi diberi label P0 (pojok awal), P1 (2 m), P2 (4 m), P3 (6 m), P4 (pojok akhir, 8 m). Robot mulai di P0. Inner loop Ulangi 4 { Tanam; Maju(2) } akan melakukan:

- iterasi 1: Tanam di P0 → Maju ke P1
- iterasi 2: Tanam di P1 → Maju ke P2
- iterasi 3: Tanam di P2 → Maju ke P3
- iterasi 4: Tanam di P3 → Maju ke P4 (sampai pojok berikutnya)

Perhatikan: P4 (pojok) **belum** ditanam pada inner loop ini, tetapi setelah KeKanan(90) dan masuk ke inner loop sisi berikutnya, langkah pertama inner loop berikutnya akan Tanam di P4. Dengan demikian setiap pojok akan ditanam sebagai tanam pertama pada sisi yang dimulai dari pojok itu.

4. Menghitung total penanaman:

- Tiap sisi inner loop melakukan 4 perintah Tanam → 4 tanam $\times$ 4 sisi = 16 tanam.
- Karena pola ini menanam titik-titik P0..P3 pada sebuah sisi dan pojok P4 ditanam saat sisi berikutnya dimulai, seluruh 16 lokasi unik di keliling akan tertutup tepat sekali.

5. Kenapa pilihan lain salah (singkat):

- **Pilihan B:** menggunakan KeKiri(90) — arah putar salah (tidak mengikuti keliling yang diinginkan), sehingga jalur tidak sesuai.
- **Pilihan C:** menaruh Maju(2) sebelum Tanam → menyebabkan pojok awal tiap sisi **tidak** ditanam (robot mundur/bergerak dulu lalu menanam), sehingga beberapa titik terlewat.
- **Pilihan D:** menggunakan Maju(1) → jarak salah; harus 2 m antar pohon, jadi titik yang ditanam tidak sesuai grid.

Secara keseluruhan, jawaban ChatGPT menunjukkan alur berpikir algoritmik yang runtut: mulai dari memahami soal, menganalisis struktur program, melakukan simulasi langkah, memverifikasi jumlah hasil, hingga mengevaluasi opsi lain. Kekuatan utama ChatGPT terletak pada kemampuan menjelaskan logika algoritma secara eksplisit dan detail, meskipun masih ada keterbatasan pada representasi visual dan keterikatan pada teks program. Adapun jawaban asli Gemini dalam menjawab soal AT sebagai berikut.

Langkah-Langkah Penyelesaian

Memahami Perintah Robot 🤖

Pertama, kita harus memahami setiap perintah yang dapat dimengerti oleh robot.

- **Start:** Menghidupkan robot.
- **Maju (X):** Robot maju sebanyak X meter.
- **Mundur (X):** Robot mundur sebanyak X meter.
- **KeKiri (90):** Robot berputar ke kiri 90 derajat.
- **KeKanan (90):** Robot berputar ke kanan 90 derajat.
- **Tanam:** Robot menanam pohon.
- **Ulangi X {instruksi}:** Robot mengulangi instruksi dalam kurung sebanyak X kali.
- **Stop:** Mematikan robot.

Menganalisis Kondisi Awal dan Tujuan 🎯

- **Kondisi Awal:** Robot berada di pojok kiri bawah, menghadap ke atas. Robot dalam kondisi mati.
- **Tujuan:** Menanam pohon di 16 lokasi yang berada di sisi lapangan berbentuk persegi. Lapangan ini memiliki sisi 8 meter dengan jarak antar pohon 2 meter.
- **Kondisi Akhir:** Robot harus dimatikan setelah selesai menanam semua pohon.

Mengurai Proses Penanaman 🌱

Mari kita lihat gambar lapangan. Lapangan persegi berukuran 8x8 meter, dan pohon harus ditanam setiap 2 meter. Ini berarti ada 5 titik penanaman di setiap sisi, termasuk titik pojok. Namun, karena ini adalah lapangan persegi, total titik yang perlu ditanam adalah 4 sisi $\times$ (5-1) titik + 4 titik pojok = 16 titik. Lebih mudahnya, ada 4 titik penanaman di setiap sisi, dan karena setiap pojok dihitung, kita bisa membayangkan robot menanam 4 pohon, lalu berbelok, menanam 4 lagi,

dan seterusnya.

Karena setiap sisi lapangan memiliki panjang 8meter dan jarak antar pohon 2meter, robot harus maju 2 meter sebanyak 4 kali di setiap sisi.

Mengevaluasi Pilihan Jawaban 

Kita perlu menemukan program yang memungkinkan robot menanam pohon di 4 sisi lapangan.

- **Pilihan A:**

- **Start:** Menghidupkan robot.
- **Ulangi 4 {...}:** Ini mengulangi instruksi di dalam kurung sebanyak 4 kali, yang sesuai dengan jumlah sisi lapangan.
- **Ulangi 4 {Tanam; Maju (2)}:** Di sini, robot akan *Tanam* pohon dan kemudian *Maju (2)* meter. Ini akan diulang 4 kali. Ini benar karena ada 4 titik di setiap sisi yang perlu ditanami, dan setiap titik berjarak 2 meter. Namun, perlu diperhatikan bahwa setelah menanam 4 pohon, robot berada di titik akhir. Instruksi selanjutnya adalah *KeKanan (90)*. Ini membuat robot berputar 90 derajat ke kanan untuk menghadap sisi berikutnya.
- **Stop:** Mematikan robot setelah semua sisi selesai.
- **Hasil:** Program ini menanam satu pohon, maju 2 meter, menanam lagi, maju lagi, dan seterusnya, sebanyak 4 kali. Setelah itu, robot berputar 90 derajat ke kanan untuk menghadap sisi berikutnya. Proses ini diulang 4 kali, sehingga semua 16 pohon di sisi-sisi lapangan tertanam. Ini adalah program yang paling tepat.

- **Pilihan B, C, dan D:**

- **Pilihan B:** Menggunakan *KeKiri (90)*. Karena robot awalnya menghadap ke atas, berputar ke kiri akan membuatnya menghadap ke kiri. Ini tidak akan melingkari lapangan dengan benar.
- **Pilihan C:** Menukar urutan *Maju (2)* dan *Tanam*. Ini akan membuat robot maju 2meter sebelum menanam pohon. Karena robot mulai di titik awal, ia akan maju 2meter terlebih dahulu dan menanam pohon di lokasi kedua, bukan di lokasi pertama. Selain itu, ia juga menggunakan *KeKiri (90)*, yang tidak sesuai dengan pergerakan melingkar ke kanan.
- **Pilihan D:** Menggunakan *Maju (1)*. Ini tidak sesuai dengan jarak antar pohon yang seharusnya 2 meter.

Dengan analisis ini, jelas bahwa Pilihan A adalah satu-satunya program yang secara akurat memandu robot untuk menanam semua pohon di sisi lapangan sesuai dengan persyaratan yang diberikan.

Secara keseluruhan, Gemini menunjukkan proses berpikir algoritmik yang terstruktur secara deklaratif, dimulai dari pemahaman sintaks perintah, perumusan state awal–tujuan–akhir, reduksi masalah ke dalam pola penanaman per sisi, hingga evaluasi opsi jawaban. Kekuatan utamanya adalah pada kemampuan menjabarkan instruksi secara komprehensif dan menghubungkannya dengan tujuan akhir, meskipun penjelasannya cenderung panjang dan repetitif sehingga kurang efisien dibanding ChatGPT.

3.3 Analisis Kesalahan Mahasiswa vs AI

Berdasarkan penelitian ditemukan bahwa kemampuan mahasiswa sangat memengaruhi jenis *errors* yang mereka buat saat mengerjakan soal. Berdasarkan hasil analisis data penelitian, diperoleh bahwa mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi mengalami sedikit kesalahan yaitu pada proses *abstraction*, mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang mengalami kesulitan pada proses *algorithmic thinking*, dan mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah hampir mengalami kesalahan pada seluruh proses. Hasil penelitian Lisa dkk. (2024) menunjukkan kondisi yang sama dimana siswa dengan kemampuan pemecahan masalah sangat tinggi atau tinggi hampir tidak membuat kesalahan, sedangkan siswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang cenderung membuat *processing errors* dan *answer writing errors*. Siswa dengan kemampuan rendah atau sangat rendah tidak hanya membuat *processing errors* dan *answer writing errors*, tetapi juga mengalami *transformation errors* karena kesulitan merencanakan langkah-langkah penyelesaian, salah memahami masalah, dan gagal menyesuaikan bentuk soal dengan metode yang tepat, sehingga sering kali mereka tidak dapat menyelesaikan perhitungan.

Selanjutnya, hasil komparatif menunjukkan adanya perbedaan karakter kesalahan antara mahasiswa dan AI. Pada soal AN menuntut kemampuan menyederhanakan informasi dan menentukan inti masalah. Data menunjukkan bahwa mahasiswa (M2, M3 dan M4) cenderung melakukan kesalahan konseptual maupun prosedural: M3 tidak memahami informasi utama sehingga gagal mencapai solusi; M2 memisahkan informasi penting secara salah tetapi akhirnya menjawab benar berdasarkan intuisi visual; M4 memahami informasi utama namun salah dalam penerapan prosedur, sehingga pola akhirnya keliru. AI (ChatGPT dan Gemini) melakukan kesalahan konseptual meskipun mampu menyusun informasi utama secara sistematis, namun gagal menerjemahkan abstraksi simbolik ke representasi diagramatis. Hal ini menegaskan bahwa mahasiswa lemah pada pemahaman konsep dan prosedur yang selanjutnya membuat mereka kesulitan dalam menentukan solusi. Sejalan dengan penelitian Rizki & Kusumah (2025) yang menyimpulkan bahwa lemahnya kemampuan abstraksi memberikan dampak signifikan terhadap proses belajar peserta didik. Kesulitan dalam melakukan abstraksi sering berujung pada rendahnya efektivitas pemecahan masalah, yang kemudian memengaruhi pencapaian peserta didik pada mata pelajaran seperti matematika.

Sementara pada konteks lainnya, terlihat bahwa AI lemah pada integrasi abstraksi ke visualisasi spasial. Sejalan dengan hasil penelitian Dohn dkk. (2022) yang menunjukkan kelemahan AI dalam integrasi abstraksi ke visualisasi spasial atau adanya kelemahan dalam AI *frame problem*. AI mungkin mampu menyusun logika atau algoritma secara tepat, tetapi ketika harus menerjemahkan abstraksi simbolik ke representasi visual atau memahami konteks secara intuitif yang mirip akal sehat manusia, AI sering mengalami kesulitan. Dengan kata lain, keterbatasan AI dalam memahami pola visual-spasial dan konteks konseptual. Secara keseluruhan masalah AI berkaitan dengan kesulitan menentukan efek suatu tindakan dalam dunia formal, kemampuan manusia menggunakan penalaran akal sehat untuk memecahkan masalah, yang belum bisa ditiru mesin.

Pada indikator AT menuntut penyusunan langkah-langkah logis dan berulang. Mahasiswa M3, dan M4 melakukan kesalahan konseptual; M3 memisahkan prosedur gerakan dan penanaman menjadi dua bagian yang berdiri sendiri; M4 salah menafsirkan instruksi “maju 2 meter” sebagai satu segmen penuh. Sebaliknya, M2 dan seluruh model AI menyelesaikan soal tanpa kesalahan, menunjukkan AI lebih konsisten dalam membangun algoritma yang logis dan dapat diulang. membantu merancang sistem AI yang belajar menyelesaikan masalah seperti manusia. Secara keseluruhan, mahasiswa menunjukkan kombinasi kesalahan konseptual dan prosedural, sementara AI menunjukkan kesalahan yang lebih spesifik pada *abstraction*, terkait integrasi abstraksi simbolik dengan representasi visual-spasial. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun AI mampu menyelesaikan algoritma dengan konsisten, manusia lebih fleksibel namun rentan terhadap kesalahan prosedural, sedangkan AI unggul secara logis namun terbatas pada interpretasi visual-konseptual.

Kemampuan AN dan AT memberikan dampak signifikan pada cara seseorang berpikir dalam menentukan solusi secara sistematis, logis, dan terstruktur, sehingga mampu menyaring informasi penting, memecah masalah kompleks menjadi bagian lebih sederhana untuk menemukan jawaban yang tepat. Gadanidis (2017) menjelaskan bahwa integrasi AI dan pemecahan masalah realistik dalam Pendidikan Matematika dapat memperluas peluang belajar peserta didik melalui penguatan aspek *agency*, *modelling*, dan *abstraction*, sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep matematika, tetapi juga mampu merefleksikan, merekonstruksi, dan menerapkan ide matematis dalam berbagai konteks. Penekanan AN dan AT kepada peserta didik sangat penting untuk mengembangkan kemampuan mereka agar lebih sistematis dan fokus saat mengerjakan soal matematika. Hal ini juga sejalan Susanti & Taufik (2021), yang menyatakan bahwa kemampuan AN dan AT dapat menjadi alat untuk menilai sejauh mana pemahaman siswa dalam menyelesaikan suatu masalah.

Selain pengembangan kemampuan AN dan AT mahasiswa, penggunaan AI saat ini masih terbatas namun memiliki potensi besar untuk diintegrasikan dalam pembelajaran, terutama sebagai alat pendukung untuk memberikan simulasi, analisis, dan umpan balik yang dapat membantu mahasiswa memahami konsep matematika secara lebih visual dan sistematis. Potensi penggunaan model AI untuk meningkatkan kemampuan berpikir manusia sangat besar, namun harus diimbangi dengan pemahaman atas keterbatasannya. Penelitian Luo dkk. (2021) menunjukkan bahwa meskipun model AI (*chatbot*) dapat membantu peserta didik dalam pemecahan masalah melalui umpan balik langsung, mereka belum tentu mampu memenuhi beragam kebutuhan kognitif setiap peserta didik. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Wu, dkk., (2024) bahwa keberhasilan AI dalam pembelajaran sangat ditentukan oleh bagaimana teknologi tersebut dirancang dan diimplementasikan. Karena itu, proses pengembangan dan penerapan AI perlu dilakukan dengan pertimbangan yang matang agar potensi manfaatnya dalam pendidikan dapat tercapai secara optimal.

Integrasi AI dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan menggabungkan suatu pendekatan atau model pembelajaran. Huang & Quao (2024) menemukan bahwa integrasi pendidikan kecerdasan buatan (AI) dengan model STEAM secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, motivasi belajar, dan *self-efficacy* siswa. Melalui pembelajaran STEAM, siswa mampu memahami konsep AI dengan lebih baik dan menunjukkan peningkatan dalam keterlibatan serta kepercayaan diri terhadap proses belajar. Sebelum pendidik menentukan model atau pendekatan yang sesuai, pendidik juga perlu menganalisis bagaimana kelemahan dan kelebihan yang dimiliki oleh siswa. Hasil penelitian Kania & Arifin (2019) menunjukkan bahwa sangat perlu adanya analisis untuk menilai seberapa kredibel kemampuan peserta didik dalam proses pemecahan masalah. Metode analisis ini dapat menjelaskan dengan jelas jenis *errors* yang sering dilakukan peserta didik saat menyelesaikan masalah termasuk menunjukkan

kemampuan mereka. Sehingga pada akhirnya, pendidik dapat memberikan *treatment* yang tepat dan efektif.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* mahasiswa dan AI dalam menyelesaikan masalah matematika realistik, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah matematika, tetapi masih rentan terhadap kesalahan konseptual dan prosedural pada *abstraction* dan kesalahan konseptual pada *algorithmic thinking*. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi cenderung lebih sedikit kesalahan dibanding mahasiswa dengan kemampuan sedang atau rendah.
- b. Model AI mampu menyelesaikan masalah matematika secara logis dan konsisten pada indikator *algorithmic thinking*, namun menunjukkan kelemahan pada integrasi abstraksi simbolik ke representasi visual-spasial.

5. REKOMENDASI

Implikasi strategis terhadap pengembangan pembelajaran matematika berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan *abstraction* dan *algorithmic thinking* dapat mendukung mahasiswa dalam berpikir sistematis, logis, dan terstruktur dalam menyelesaikan masalah. Integrasi AI dapat dimanfaatkan untuk memperkuat pembelajaran melalui simulasi, analisis, dan umpan balik, namun penggunaannya perlu disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran agar lebih efektif. Selain itu, analisis kemampuan dan jenis kesalahan mahasiswa penting dilakukan untuk menentukan strategi pembelajaran yang tepat, serta integrasi AI dengan model pembelajaran perlu mempertimbangkan karakteristik dan kebutuhan mahasiswa.

6. REFERENSI

- Anil, R., Borgeaud, S., Alayrac, J.-B., Yu, J., Soricut, R., Schalkwyk, J., Dai, A. M., Hauth, A., Millican, K., Silver, D., Johnson, M., Antonoglou, I., Schrittwieser, J., Glaese, A., Chen, J., Pitler, E., Lillicrap, T., Lazaridou, A., Firat, O., ... Vinyals, O. (2025). *Gemini: A Family of Highly Capable Multimodal Models* (arXiv:2312.11805). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.11805>
- Assaf, D., Adorni, G., Lutz, E., Negrini, L., Piatti, A., Mondada, F., Mangili, F., & Gambardella, L. M. (2024). *The CTSkills App—Measuring Problem Decomposition Skills of Students in Computational Thinking* (arXiv:2411.14945). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.14945>
- Bartsch, H., Jorgensen, O., Rosati, D., Hoelscher-Obermaier, J., & Pfau, J. (2023). *Self-Consistency of Large Language Models under Ambiguity* (arXiv:2310.13439). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.13439>
- Bushuyev, S., Bushuyeva, N., Murzabekova, S., Khusainova, M., & Saidullayev, R. (2024). Transformation of the Education Landscape in an AI Environment. *Proceedings of the 12th IPMA Research Conference "Project Management in the Age of Artificial Intelligence,"* 57–64. <https://doi.org/10.56889/strd5315>

- Dainys, A. (2024). Human Creativity versus Machine Creativity: Will Humans Be Surpassed by AI? Dalam *Contemporaneous Issues about Creativity*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1007369>
- Dohn, N. B., Kafai, Y., Mørch, A., & Ragni, M. (2022). Survey: Artificial Intelligence, Computational Thinking and Learning. *KI - Künstliche Intelligenz*, 36(1), 5–16. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00751-5>
- Dorner, C., Ableitinger, C., & Krammer, G. (2026). Revealing the nature of mathematical procedural knowledge by analysing students' deficiencies and errors. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 57(3), 413–434. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2445666>
- Fauzi, A. L., Kusumah, Y. S., Nurlaelah, E., & Juandi, D. (2024). Computational Thinking in Mathematics Education: A Systematic Literature Review on its Implementation and Impact on Students' Learning. *Jurnal Kependidikan : Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran, Dan Pembelajaran*, 10(2), 640–653. <https://doi.org/10.33394/jk.v10i2.11140>
- Gadanidis, G. (2017). Artificial intelligence, computational thinking, and mathematics education. *International Journal of Information and Learning Technology*, 34, 133–139. <https://doi.org/10.1108/IJILT-09-2016-0048>
- Gasaymeh, A., & AlMohtadi, R. (2024). College of education students' perceptions of their computational thinking proficiency. *Frontiers in Education*, 9, 1478666. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1478666>
- Hollister, D. L., Gonzalez, A., & Hollister, J. (2017). Contextual Reasoning in Human Cognition and the Implications for Artificial Intelligence Systems. *Lecture Notes in Computer Science*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57837-8_48
- Huang, X., & Quao, C. (2024). *Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial Intelligence Education at a STEAM High School*. Diambil 7 Juni 2026, dari https://www.researchgate.net/publication/364306092_Enhancing_Computational_Thinking_Skills_Through_Artificial_Intelligence_Education_at_a_STEAM_High_School
- Kania, N., & Arifin, Z. (2019). *Analisis Kesulitan Calon Guru Sekolah Dasar Dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah Matematis Berdasarkan Prosedur Newman* (Brwgs_v1). SocArXiv. <https://doi.org/10.31235/osf.io/brwgs>
- Liang, S., Zhang, W., Zhong, T., & Liu, T. (2026). *Mathematics and Machine Creativity: A Survey on Bridging Mathematics with AI* (arXiv:2412.16543). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.16543>
- Lisa, L., Simamora, E., Mulyono, M., Napitupulu, E. E., & Panjaitan, A. (2024). Newman's Error Analysis (NEA) in Solving Computational Thinking Problems on Indefinite Integral Material. *Tarbawi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 20(2), 208–220. <https://doi.org/10.32939/tarbawi.v20i2.3822>
- Lubis, D. D. (2023). Using Digital Learning Media to Increase Student Creativity in Solving Mathematics Problems. *EDUCTUM: Journal Research*, 2(5), 152–154. <https://doi.org/10.56495/ejr.v2i5.462>
- Luo, B., Lau, R., Li, C., & Si, Y. W. (2021). A critical review of state-of-the-art chatbot designs and applications. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 12. <https://doi.org/10.1002/widm.1434>
- Mane, P. S. (2024). Integrating Artificial Intelligence Techniques with Computational Mathematics for Solving Complex Problems. *Panamerican Mathematical Journal*, 34(2), 66–77. <https://doi.org/10.52783/pmj.v34.i2.923>
- Manisha Rajesh Gupta. (2024). ChatGPT-A Generative Pre-Trained Transformer. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 590–595. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-15087>
- Mustafa, A. N. (2024). The future of mathematics education: Adaptive learning technologies and artificial intelligence. *International Journal of Science and Research Archive*, 12(1), 2594–2599. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.12.1.1134>

- Oh, S. (2025). Evaluating Mathematical Problem-Solving Abilities of Generative AI Models: Performance Analysis of o1-preview and gpt-4o Using the Korean College Scholastic Ability Test. *IEEE Access*, 13, 1227–1235. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3523703>
- Prabawanto, S., Herman, T., Melani, R., Samosir, C., & Mefiana, S. (2024). *Students' Difficulties in Understanding Problems and Making Mathematical Models in the Contextual Problem Solving Process* (hlm. 796–810). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-554-6_66
- Pratibha, & Chandra, A. (2024). A Review of use of Artificial Intelligence in Teaching and Learning of Mathematics. *IJSAT - International Journal on Science and Technology*, 15(4). <https://doi.org/10.71097/IJSAT.v15.i4.1190>
- Putra, Z., Witri, G., Dahnilyah, Gunawan, Y., Sumadinata, H., & Putri, A. (2024). *Prospective Elementary Teachers' Computational Thinking Skills: A Preliminary Study* (hlm. 4). <https://doi.org/10.1109/IDICAIEI61867.2024.10842752>
- Qudwatullathifah, R. N., Ismuwardani, Z., Guntur, M., Musyarrofah, S., & Ningsih, N. I. S. (2023). EFEKTIVITAS PLATFORM PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS DIGITAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA SEKOLAH DASAR. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(4), 590–599. <https://doi.org/10.37478/jpm.v4i4.3225>
- Qurbonova, B., & Yusupova, A. (2024). *The Deep Investigation of the Part of AI Integ in The Field of Education: A Technical Review*. https://www.researchgate.net/publication/383016425_The_Deep_Investigation_of_the_Part_of_AI_Integ_in_The_Field_of_Education_A_Technical_Review
- Rizki, L. M., & Kusumah, Y. S. (2025). *Unveiling the Needs: Developing AI-Based Chatbots in Blended Learning to Enhance Computational Thinking and Self-Regulated Learning in Mathematics Education*. Diambil 7 Juni 2026, dari https://www.researchgate.net/publication/394725084_Unveiling_the_Needs_Developing_AI-Based_Chatbots_in_Blended_Learning_to_Enhance_Computational_Thinking_and_Self-Regulated_Learning_in_Mathematics_Education
- Rojas, E., & Benakli, N. (2020). Mathematical Literacy and Critical Thinking. Dalam J. C. But (Ed.), *Teaching College-Level Disciplinary Literacy: Strategies and Practices in STEM and Professional Studies* (hlm. 197–226). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39804-0_8
- Rosydiana, E. A., Sudjimat, D. A., & Utama, C. (2023). The Effect of Digital Learning Media Using Scratch Game Based Learning on Student Problem Solving Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 10010–10015. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4876>
- Setiawan, H., Handican, R., & Rurisman, R. (2023). Revolutionizing Math Education: Unleashing the Potential of Web-based Learning Media for Enhanced Mathematical Problem Solving Skills. *JDIME: Journal of Development and Innovation in Mathematics Education*, 1(2), 01–11. <https://doi.org/10.32939/jdime.v1i2.2978>
- Shodikin, A., Ekawati, R., Purnomo, H., & Abdullah, A. H. (2024). Failure in Constructing the Mathematical Model in Real-World Problems. *TEM Journal*, 3335–3345. <https://doi.org/10.18421/TEM134-68>
- Singh, A. (2023). *A Review on Objective-Driven Artificial Intelligence* (arXiv:2308.10135). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.10135>
- Singh, B., Kaunert, C., Singh, B., & Kaunert, C. (1M, Januari 1). *Computational Thinking for Innovative Solutions and Problem-Solving Techniques: Transforming Conventional Education to Futuristic Interdisciplinary Higher Education* [Chapter]. IGI Global Scientific Publishing. (computational-thinking-for-innovative-solutions-and-problem-solving-techniques). <https://Services.Igi-Global.Com/Resolvedoi/Resolve.aspx?Doi=10.4018/979-8-3693-1974-1.Ch004>. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1974-1.ch004>
- Sumartono, Sumartono, W. A. P., & Rafsanjani, W. A. H. (2024). Transforming Education: The Impact of Artificial Intelligence on Learning and Pedagogical Practices. *Proceeding of*

- International Seminar Enrichment of Career by Knowledge of Language and Literature*, 12(1), 75–84. <https://doi.org/10.25139/eckll.v12i1.9605>
- Susanti, R. D., & Taufik, M. (2021). Analysis of Student Computational Thinking in Solving Social Statistics Problems: Analysis of Student Computational Thinking in Solving Social Statistics Problems. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 5(1). <https://doi.org/10.35706/sjme.v5i1.4376>
- Wang, H., & Star, J. R. (2023). Investigating algorithm-oriented flexibility and structure-informed flexibility in mathematics learning. *Asian Journal for Mathematics Education*, 2(1), 16–41. <https://doi.org/10.1177/27527263231163593>
- Wang, S., & Liu, S. (2024). Exploration of the Cultivation Path of Computational Thinking in Linear Algebra Curriculum. *Curriculum and Teaching Methodology*, 7(4). <https://doi.org/10.23977/curtm.2024.070409>
- Wu, T., Silitonga, L. M., Dharmawan, B., & Murti, A. T. (2024). *Empowering Students to Thrive: The Role of CT and Self-Efficacy in Building Academic Resilience—Ting-Ting Wu, Lusia Maryani Silitonga, Budi Dharmawan, Astrid Tiara Murti, 2024*. Diambil 7 Juni 2026, dari <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/07356331231225468>
- Zaman, B. U. (2024). *Formalizing Meaning and Knowledge for AGI Development*. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.171779125.54959094/v1>
- Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7>