

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: PERAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TERHADAP KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA

Nafitriani Isriyah¹, Isna Rafianti²

^{1,2}Pendidikan Matematika FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

12225230129@untirta.ac.id, isnarafianti@untirta.ac.id

ABSTRACT

This study aims to identify the types of Artificial Intelligence (AI) used as learning media in mathematics education, analyze the role of AI in supporting students' mathematical reasoning abilities, and examine the trends and pedagogical implications of its use. This study employed a Systematic Literature Review (SLR) approach following the PRISMA 2020 protocol. Articles were retrieved from Scopus, ERIC, and Google Scholar databases covering the period 2019–2025. From 120 identified articles, 20 final articles were selected after duplicate removal, title and abstract screening, and full-text eligibility assessment. Study quality was assessed using CASP criteria with an interrater agreement of 87.5%, and data were analyzed thematically. The analysis identified seven categories of AI types, with Generative AI based on Large Language Models such as ChatGPT being the most dominant (8 articles), followed by Intelligent Tutoring Systems (5 articles), NLP-based chatbots (4 articles), and adaptive learning platforms (4 articles). AI contributed most consistently to problem-solving (16 articles), conceptual understanding (14 articles), and cognitive engagement (13 articles), followed by critical thinking (9 articles) and personalized learning motivation enhancement. The highest effectiveness was found when AI was integrated with Problem Based Learning under teacher facilitation. Temporal analysis revealed three trends: ITS dominance (2019–2021), transition toward Generative AI (2022–2023), and exploration of AI-specific teaching methods (2024–2025). AI has strong potential as an effective learning medium for developing students' mathematical reasoning when implemented through appropriate pedagogical design and competent teacher facilitation.

Keywords: *artificial intelligence; mathematical reasoning; mathematics learning*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis Artificial Intelligence (AI) yang digunakan sebagai media pembelajaran matematika, menganalisis peran AI dalam mendukung kemampuan penalaran matematis peserta didik, serta mengkaji tren dan implikasi pedagogis penggunaannya. Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dengan protokol PRISMA 2020. Artikel ditelusuri melalui basis data Scopus, ERIC, dan Google Scholar pada rentang tahun 2019–2025. Dari 120 artikel yang teridentifikasi, diperoleh 20 artikel final setelah melalui tahapan eliminasi duplikasi, penyaringan judul dan abstrak, serta uji

kelayakan full-text. Penilaian kualitas menggunakan kriteria CASP dengan kesepakatan antarpenilai 87,5%, dan analisis data dilakukan secara tematik. Hasil kajian mengidentifikasi tujuh kategori jenis AI, dengan Generative AI berbasis Large Language Model seperti ChatGPT sebagai yang paling dominan (8 artikel), diikuti Intelligent Tutoring System (5 artikel), chatbot berbasis NLP (4 artikel), dan platform adaptif (4 artikel). AI memberikan kontribusi positif paling konsisten pada dimensi pemecahan masalah (16 artikel), pemahaman konsep (14 artikel), dan keterlibatan kognitif (13 artikel), diikuti berpikir kritis (9 artikel) dan personalisasi motivasi belajar. Efektivitas tertinggi ditemukan ketika AI diintegrasikan dengan model Problem Based Learning di bawah fasilitasi guru. Analisis temporal mengungkap tiga tren: dominasi ITS (2019–2021), transisi menuju Generative AI (2022–2023), dan eksplorasi AI spesifik untuk metode mengajar (2024–2025). AI berpotensi menjadi media pembelajaran efektif dalam mengembangkan penalaran matematis apabila diterapkan melalui desain pedagogis yang tepat dan fasilitasi guru yang kompeten.

Kata Kunci: *kecerdasan buatan; penalaran matematis; pembelajaran matematika*

A. Pendahuluan

Penalaran matematis merupakan kemampuan fundamental yang harus dikuasai peserta didik sebagai fondasi dalam memecahkan masalah kompleks dan membangun pemahaman konseptual yang mendalam (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Kemampuan ini mencakup proses berpikir logis, analitis, dan sistematis yang memungkinkan peserta didik mengonstruksi argumen matematis secara valid, membuat dugaan berdasarkan pola, serta mengevaluasi dan memvalidasi jawaban. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa di Indonesia masih berada pada kategori

rendah. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 menempatkan Indonesia pada peringkat ke-68 dari 81 negara peserta, dengan rata-rata skor matematika 366 yang berada jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 472 (OECD, 2023). Kesenjangan antara kondisi ideal yakni peserta didik yang mampu bernalar secara logis, analitis, dan sistematis dengan kondisi aktual yang masih didominasi oleh hafalan prosedural merupakan persoalan mendasar yang mendesak untuk ditangani secara serius.

Urgensi peningkatan kemampuan penalaran matematis semakin menguat seiring perkembangan pesat Artificial Intelligence (AI) yang membuka

peluang inovasi pembelajaran yang bersifat adaptif dan personal (Hwang & Tu, 2021). Dalam konteks pendidikan matematika, AI telah dimanfaatkan dalam berbagai bentuk mulai dari intelligent tutoring systems, chatbot berbasis Natural Language Processing (NLP), platform pembelajaran adaptif berbasis machine learning, hingga AI generatif berbasis Large Language Model (LLM) seperti ChatGPT. Kajian bibliometrik menunjukkan bahwa AI dalam pendidikan matematika berperan signifikan dalam mendukung personalisasi pembelajaran (Hwang & Tu, 2021). Selain itu, teknologi ini memfasilitasi pengembangan sistem adaptif yang disesuaikan secara dinamis dengan kebutuhan siswa (Son et al., 2025). Tinjauan dua dekade pemanfaatan AI dalam pendidikan mengonfirmasi perluasan peran AI dari sekadar alat bantu menjadi komponen integral dalam desain pembelajaran (Chen et al., 2022).

Perkembangan AI generatif semakin memperluas potensi pemanfaatan teknologi ini dalam pembelajaran matematika, termasuk dalam mendukung interaksi dialogis yang mampu merangsang proses

berpikir tingkat tinggi peserta didik (Walkington, 2024). Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan AI generatif juga dapat meningkatkan motivasi belajar dan computational thinking siswa (Yilmaz & Karaoglan Yilmaz, 2023). Tinjauan sistematis terhadap penerapan AI dalam pendidikan menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian awal masih berfokus pada aspek teknis dan administratif, sementara dimensi pedagogis khususnya yang berkaitan dengan pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi matematis belum mendapatkan perhatian yang memadai (Zawacki-Richter et al., 2019). Meta-analisis menunjukkan bahwa AI berpengaruh positif terhadap prestasi matematika peserta didik, namun efektivitasnya sangat bervariasi bergantung pada konteks implementasi (S. Hwang, 2022).

Pada konteks nasional, pemanfaatan AI dalam pembelajaran di era Kurikulum Merdeka menunjukkan potensi dalam meningkatkan keterlibatan belajar, namun implementasi pedagogisnya belum optimal (Ashshiddiqi et al., 2024). Integrasi model pembelajaran seperti Problem Based Learning berbasis AI terbukti meningkatkan

kemampuan berpikir tingkat tinggi, meskipun belum secara spesifik diarahkan pada penalaran matematis (Ratnasari et al., 2024). Efektivitas AI dalam pendidikan juga sangat bergantung pada desain pembelajaran yang mendasarinya, bukan semata pada kecanggihan teknologi (Maola et al., 2024).

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji penerapan AI dalam pendidikan matematika, sebagian besar studi masih berfokus pada aspek umum seperti pemecahan masalah dan pemahaman konsep, serta lebih banyak dilakukan pada jenjang pendidikan tinggi. Kajian yang secara khusus menelaah peran AI sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan penalaran matematis peserta didik masih sangat terbatas, terutama kajian yang mengintegrasikan temuan empiris terkini pascaperkembangan AI generatif. Kesenjangan riset (research gap) ini menunjukkan perlunya kajian yang lebih terfokus, komprehensif, dan mutakhir. Studi ini mengisi kesenjangan tersebut melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dengan mengintegrasikan temuan-temuan terbaru mengenai AI generatif dalam

konteks penalaran matematis. Berbeda dari Zawacki-Richter et al. (2019) yang berfokus pada pendidikan tinggi, kajian ini secara spesifik menelaah peran AI dalam penalaran matematis dengan mengintegrasikan temuan AI generatif pasca-2022 pada jenjang pendidikan sekolah, yang selama ini masih menjadi kesenjangan dalam literatur. Dengan demikian, kajian ini merupakan SLR pertama yang secara khusus mengintegrasikan temuan empiris AI generatif pasca-2022 dalam konteks penalaran matematis siswa sekolah (SD–SMA) di negara berkembang, sehingga memberikan kontribusi kebaruan yang signifikan bagi pengembangan literatur pendidikan matematika berbasis teknologi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi jenis Artificial Intelligence yang digunakan sebagai media pembelajaran matematika; (2) menganalisis peran AI dalam mendukung kemampuan penalaran matematis peserta didik; dan (3) mengkaji tren serta implikasi pedagogis dari penggunaan AI dalam pembelajaran matematika. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah yang kontekstual

bagi pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi di Indonesia, khususnya dalam kerangka implementasi Kurikulum Merdeka, sekaligus menjadi rujukan bagi pendidik, peneliti, dan pemangku kebijakan dalam merancang integrasi AI yang efektif dan bertanggung jawab di ruang kelas.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengacu pada protokol PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pendekatan ini dipilih karena mampu menghasilkan sintesis bukti ilmiah secara terstruktur, transparan, dan dapat direproduksi (Page et al., 2021). Protokol PRISMA 2020 mencakup empat tahapan utama, yaitu identifikasi (*identification*), penyaringan (*screening*), kelayakan (*eligibility*), dan inklusi (*inclusion*). Pendekatan SLR dipandang tepat untuk memetakan perkembangan penelitian mengenai penggunaan AI sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan penalaran matematis peserta didik secara sistematis dan komprehensif.

Artikel diperoleh melalui penelusuran pada tiga basis data utama yaitu Scopus, ERIC, dan Google Scholar. Strategi pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean (AND, OR). *String* pencarian yang digunakan antara lain: ("*artificial intelligence*" AND "*mathematics education*" AND "*mathematical reasoning*"), ("*AI*" AND "*learning media*" AND "*mathematics*" AND "*reasoning ability*"), ("*intelligent tutoring system*" AND "*math*" AND "*secondary education*"), serta ("*kecerdasan buatan*" AND "*media pembelajaran*" AND "*penalaran matematis*"). Operator AND digunakan untuk mempersempit hasil pencarian dengan menggabungkan konsep utama, sedangkan operator OR digunakan untuk memperluas pencarian dengan memasukkan sinonim istilah yang relevan.

Proses seleksi artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan secara eksplisit sebagaimana disajikan pada Tabel 1 berikut.

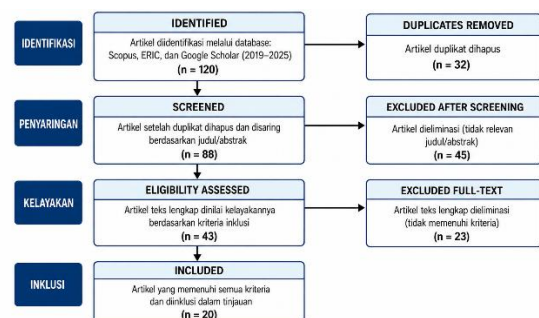
Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Seleksi Artikel

Aspek	Inklusi	Eksklusi
-------	---------	----------

Tahun	2019– 2025	Di luar rentang
Topik	AI dan penalaran matematis	Tidak relevan
Dokumen	Artikel jurnal <i>full-text</i>	Prosiding, tesis
Bahasa	Inggris atau Indonesia	Bahasa lain
Penelitian	Studi empiris	Konseptu al/opini
Jenjang	Sekolah (SD– SMA)	Pendidika n tinggi
Kualitas	Memenuhi CASP	Metode tidak jelas

Seluruh hasil pencarian diekspor dan dikelola menggunakan perangkat lunak Mendeley untuk mengidentifikasi serta menghapus artikel duplikat sebelum tahap penyaringan lanjutan berdasarkan judul dan abstrak. Berdasarkan hasil pencarian awal, diperoleh sebanyak 120 artikel dari ketiga basis data. Setelah penghapusan 32 artikel duplikat, tersisa 88 artikel untuk tahap penyaringan. Pada tahap *screening* berdasarkan judul dan abstrak, sebanyak 45 artikel dieliminasi karena

tidak relevan dengan topik utama, sehingga tersisa 43 artikel. Selanjutnya, dilakukan penilaian kelayakan (*eligibility*) melalui pembacaan *full-text*, di mana sebanyak 23 artikel gugur karena tidak memenuhi standar kualitas atau kriteria inklusi. Dengan demikian, diperoleh 20 artikel final yang memenuhi seluruh kriteria inklusi untuk dianalisis lebih lanjut. Alur seleksi artikel secara lengkap berdasarkan protokol PRISMA 2020 disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Seleksi Artikel Berdasarkan Protokol PRISMA 2020

Penilaian kualitas metodologis dilakukan menggunakan kriteria CASP (*Critical Appraisal Skills Programme*) (CASP, 2018), mencakup aspek kejelasan tujuan penelitian, kesesuaian metodologi, validitas temuan, dan ketepatan interpretasi hasil. Instrumen penelitian berupa lembar ekstraksi data yang dikembangkan berdasarkan panduan PRISMA 2020 dan kriteria CASP,

mencakup informasi penulis dan tahun, judul artikel, sumber jurnal, jenis AI, subjek penelitian, metode penelitian, temuan terkait penalaran matematis, serta keterbatasan studi. Untuk menjamin validitas data, dilakukan triangulasi oleh dua penilai independen dengan persentase kesepakatan antarpemilai sebesar 87,5% yang dihitung berdasarkan jumlah item yang disepakati dibagi total item, mengindikasikan reliabilitas yang memadai.

Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis tematik (Braun & Clarke, 2006) melalui proses pembangkitan kode awal untuk mengidentifikasi tema awal, dilanjutkan dengan pengelompokan tema ke dalam kategori yang lebih terstruktur. Analisis dilakukan berdasarkan tiga dimensi utama yaitu jenis teknologi AI, pendekatan pedagogis, dan dampak terhadap penalaran matematis peserta didik. Kategori tematik dikembangkan secara induktif dan diverifikasi secara deduktif dengan mengacu pada kerangka penalaran matematis NCTM (2000). Proses analisis didukung Microsoft Excel untuk pengkodean dan visualisasi data secara sistematis.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Setelah melalui tahapan seleksi literatur berdasarkan protokol PRISMA 2020, diperoleh 20 artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Artikel-artikel tersebut berasal dari jurnal ilmiah bereputasi yang terindeks pada basis data Scopus, ERIC, dan Google Scholar, dengan rentang tahun publikasi antara 2019 hingga 2025. Seluruh artikel yang terpilih membahas penerapan AI dalam konteks pembelajaran matematika dengan fokus utama pada perannya sebagai media pembelajaran yang mendukung penalaran matematis peserta didik. Karakteristik lengkap 20 artikel yang dianalisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Artikel yang Dianalisis dalam SLR

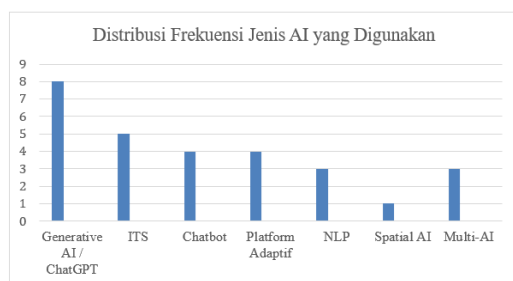
No	Penulis & Tahun	Jenis AI	Temuan Utama
1	Hwang & Tu (2021)	<i>Multi-AI (ITS, CAL)</i>	ITS mendominasi; penalaran tingkat tinggi belum menjadi fokus utama
2	Mohamed et al. (2022)	<i>Robotik, ITS</i>	AI meningkatkan pemahaman konsep dan pemecahan masalah

3	Opesemo wo & Adewuyi (2024)	<i>ChatGPT & AI Generatif</i>	Mendukung pembelajaran personal dan umpan balik real-time	13	Elsayed (2023)	<i>Spatial AI</i>	Berkontribusi pada penalaran visual-spasial dalam geometri
4	Wardat et al. (2023)	<i>ChatGPT</i>	Efektif pada konsep dasar; terbatas pada soal kompleks	14	Harahap et al. (2025)	<i>Machine Learning, NLP</i>	Meningkatkan efektivitas melalui personalisasi pembelajaran
5	Inoferio et al. (2024)	<i>Platform Adaptif</i>	Menurunkan kecemasan dan meningkatkan motivasi belajar	15	Maola et al. (2024)	<i>AI Umum</i>	Efektivitas bergantung pada kualitas desain pedagogis
6	Zhang & Aslan (2021)	<i>NLP, Chatbot</i>	Mendukung interaksi dialogis dalam pembelajaran	16	Chen et al. (2022)	<i>Multi-AI</i>	Ekspansi peran AI dari alat bantu ke komponen integral
7	Awang et al. (2025)	<i>ITS & Generative AI</i>	Kajian spesifik penalaran matematis masih terbatas	17	Martin et al. (2024)	<i>AI K-12</i>	Penalaran matematis belum menjadi fokus utama yang terstandar
8	Ratnasari et al. (2024)	<i>ChatGPT + PBL</i>	Integrasi AI-PBL meningkatkan berpikir kritis	18	Walkingt on (2024)	<i>Generative AI (LLM)</i>	Membuka peluang berpikir tingkat tinggi; tantangan miskonsepsi
9	Ashshiddi qi et al. (2024)	<i>AI Generatif</i>	Meningkatkan keterlibatan; berpotensi menimbulkan ketergantungan	19	Yilmaz & Karaogla n Yilmaz (2023)	<i>Generative AI</i>	Meningkatkan computational thinking dan motivasi belajar
10	Jancarik et al. (2023)	<i>Chatbot AI</i>	Meningkatkan kemampuan penyelesaian soal secara mandiri	20	Ma & Zhong (2025)	<i>Generative AI</i>	Berdampak positif; efek moderat bergantung desain instruksional
11	Gouia- Zarrad & Gunn (2024)	<i>ChatGPT</i>	Meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan aktif				
12	Chau et al. (2025)	<i>Chatbot Personal</i>	Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah				

Sumber: Hasil analisis peneliti (2026)

1. Jenis Artificial Intelligence yang Digunakan sebagai Media Pembelajaran Matematika

Hasil analisis terhadap 20 artikel terpilih mengidentifikasi tujuh kategori utama jenis AI yang digunakan dalam konteks pembelajaran matematika. Distribusi frekuensi jenis AI yang digunakan pada seluruh artikel terpilih disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi Frekuensi Jenis AI

Generative AI berbasis LLM khususnya ChatGPT mendominasi kajian-kajian terbaru dan teridentifikasi pada delapan dari 20 artikel. Wardat et al. (2023) mengonfirmasi bahwa teknologi ini unggul dalam mengajarkan konsep dasar matematika, menyediakan asesmen instan dan umpan balik personal, serta meningkatkan keterlibatan peserta didik secara signifikan. Efektivitasnya meningkat secara bermakna ketika diintegrasikan dengan model pembelajaran aktif seperti *Problem Based Learning* (Ratnasari et al.,

2024). Pada tingkat individual, manfaat serupa terbukti saat AI digunakan sebagai tutor personal yang adaptif (Chau et al., 2025), dan dampak positif ini telah divalidasi melalui meta-analisis komprehensif oleh Ma dan Zhong (2025). Dominasi *Generative AI* dalam literatur terbaru mencerminkan pergeseran paradigmatis yang signifikan dari sekadar alat bantu prosedural menuju sistem dialogis yang mampu mendukung penalaran tingkat tinggi peserta didik.

Intelligent Tutoring System (ITS) menempati posisi kedua dengan lima artikel. Hwang dan Tu (2021) menjelaskan bahwa ITS dirancang untuk meniru peran tutor manusia melalui pemberian umpan balik yang terprogram dan menyediakan jalur pembelajaran adaptif guna membimbing siswa mengatasi hambatan konsep. Namun, keterbatasan ITS dalam menangani pertanyaan terbuka dan situasi matematis yang tidak terstruktur menjadi faktor pendorong pergeseran menuju AI yang lebih konversasional. *Chatbot* yang awalnya berbasis aturan sederhana kemudian berkembang menjadi agen berbasis NLP untuk interaksi yang lebih alami (Zhang &

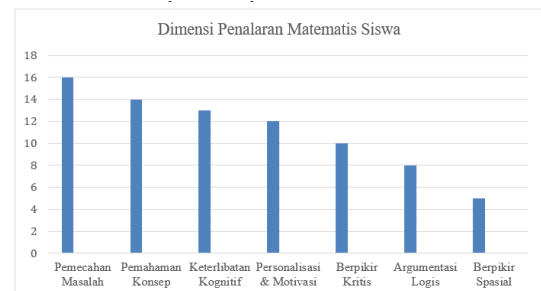
Aslan, 2021), semakin cerdas karena didukung *machine learning* yang mampu memberikan respons tutor yang sangat kontekstual (Jancarik et al., 2023). Di sisi lain, platform pembelajaran adaptif terbukti efektif mempersonalisasi alur pembelajaran peserta didik (Harahap et al., 2025) sekaligus menurunkan tingkat kecemasan matematika siswa (Inoferio et al., 2024).

Analisis temporal mengungkap pola yang sistematis: periode 2019–2021 didominasi oleh ITS dan *chatbot* konvensional; periode 2022–2023 ditandai oleh transisi menuju *Generative AI* dengan kemunculan ChatGPT; dan periode 2024–2025 memperlihatkan tren eksplorasi AI spesifik untuk mengefektifkan metode mengajar (Awang et al., 2025). Perkembangan ini mencerminkan perubahan mendasar dalam filosofi AI pendidikan dari sistem yang mengajar melalui jalur terprogram menuju sistem yang berkolaborasi melalui dialog terbuka dan responsif sebagaimana ditegaskan oleh Walkington (2024).

2. Peran AI dalam Mendukung Penalaran Matematis Peserta Didik

Temuan dari 20 artikel yang dianalisis secara konsisten

mengindikasikan bahwa AI memberikan kontribusi positif terhadap berbagai dimensi kemampuan penalaran matematis peserta didik. Mengacu pada kerangka penalaran matematis NCTM (2000), penalaran matematis mencakup kemampuan membuat dugaan berdasarkan pola, menyusun argumen logis, memecahkan masalah non-rutin, menjelaskan langkah penyelesaian secara koheren, serta mengevaluasi dan memvalidasi jawaban. Distribusi kontribusi AI terhadap setiap dimensi penalaran matematis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Dampak AI terhadap Dimensi Penalaran Matematis Siswa

Gambar 3 menunjukkan bahwa dimensi pemecahan masalah memperoleh dukungan dari proporsi artikel terbesar yakni 16 dari 20 artikel, diikuti oleh pemahaman konsep (14 artikel) dan keterlibatan kognitif (13 artikel). Chau et al. (2025) membuktikan bahwa AI mampu memandu peserta didik menyelesaikan soal yang sangat

terpersonalisasi secara langkah demi langkah. Gouia-Zarrad dan Gunn (2024) menambahkan bahwa ChatGPT secara khusus mendorong siswa agar tidak hanya menyalin jawaban, tetapi meninjau ulang prosedur dan alasan logis di balik setiap hitungan. Interaksi dialogis yang difasilitasi oleh *chatbot* AI memungkinkan peserta didik mengajukan pertanyaan lanjutan, mengeksplorasi strategi alternatif, dan menguji konsistensi pemahaman mereka, yakni proses yang sejalan secara teoritis dengan *scaffolding* dalam perspektif *Zone of Proximal Development* (Vygotsky, 1978). Studi eksperimental juga menunjukkan bahwa sistem *tutoring* berbasis AI yang dirancang secara metakognitif terbukti meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa sekolah menengah secara signifikan (Chou et al., 2022).

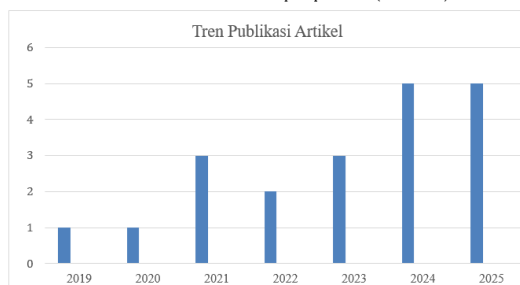
Dimensi penalaran matematis yang berkaitan dengan pembentukan dugaan dan identifikasi pola mendapat dukungan dari platform berbasis data yang menyajikan rute belajar spesifik dan terstruktur secara progresif (Harahap et al., 2025). Pola progresif tersebut memungkinkan siswa menemukan hipotesis mereka

sendiri sembari meminimalkan rasa cemas saat berhadapan dengan matematika abstrak (Inoferio et al., 2024). Elsayed (2023) juga menunjukkan bahwa AI berbasis spasial memberikan kontribusi khusus pada penalaran visual-spasial yang merupakan komponen penting dalam memahami geometri.

Meskipun demikian, perbandingan hasil antara penelitian mengungkap pola yang tidak sepenuhnya homogen. Wardat et al. (2023) menemukan bahwa ChatGPT masih menunjukkan keterbatasan dalam menyelesaikan pembuktian aksiomatis yang kompleks dan sangat non-rutin. Walkington (2024) menambahkan bahwa AI generatif dapat menghasilkan jawaban yang terlihat koheren namun mengandung miskonsepsi fundamental yang menyesatkan secara kognitif. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya posisi guru sebagai mediator kritis dalam implementasi AI di kelas, sejalan dengan pandangan Opesemowo dan Adewuyi (2024) bahwa otoritas guru tetap tidak tergantikan dalam mengontekstualisasikan respons mentah dari AI.

3. Tren dan Implikasi Pedagogis Penggunaan AI dalam Pembelajaran Matematika

Analisis temporal terhadap 20 artikel terpilih mengidentifikasi tiga tren riset utama pada periode 2019–2025. Tren publikasi per tahun disajikan pada Gambar 4 yang memperlihatkan peningkatan jumlah publikasi yang signifikan khususnya sejak tahun 2023 dengan puncak pada tahun 2024–2025 masing-masing sebanyak 5 artikel.



Gambar 4. Tren Publikasi Artikel Terpilih per Tahun (2019–2025)

Tren pertama adalah pergeseran paradigmatik menuju asisten pintar berformat LLM. Opesemowo dan Adewuyi (2024) menyatakan bahwa transisi ini merupakan reformasi konsep menuju penilaian dan umpan balik yang sepenuhnya adaptif, mengubah sistem *drill and practice* menjadi kolaborasi eksploratif dalam dunia pendidikan matematika. Tren kedua adalah semakin kuatnya orientasi riset pada personalisasi pembelajaran dan pembelajaran

adaptif. Harahap et al. (2025) membuktikan bahwa pengembangan model ini mampu mengakselerasi tingkat retensi belajar pada peserta didik dengan beragam latar belakang, sementara Chau et al. (2025) menunjukkan implementasinya melalui penggunaan *chatbot* sebagai guru pendamping personal di luar jam kerja. Tren ketiga adalah munculnya evaluasi kritis terhadap potensi risiko menurunnya otonomi berpikir siswa (Ashshiddiqi et al., 2024), termasuk bahaya laten fenomena *hallucination* di mana AI generatif menghasilkan respons yang tampak koheren namun secara matematis keliru (Walkington, 2024).

Berdasarkan sintesis tren tersebut, kajian ini mengidentifikasi empat implikasi pedagogis yang relevan bagi konteks Indonesia. Pertama, penerapan AI akan memberikan sumbangsih terbesar manakala dipadukan ke dalam ekosistem perancangan yang dikurasi oleh pendidik profesional (Maola et al., 2024), mengingat AI tidak dapat menggantikan tugas intervensi emosional dan etik seorang guru (Opesemowo & Adewuyi, 2024). Kedua, penguatan penalaran matematis dalam kerangka Kurikulum

Merdeka memerlukan integrasi AI yang terarah, sejalan dengan dimensi bernalar kritis Profil Pelajar Pancasila (Ashshiddiqi et al., 2024). Ketiga, instrumen AI menuntut pembaharuan keahlian teknologi pada guru secara berkelanjutan (Chen et al., 2022) guna mencegah pemanfaatan alat tanpa kerangka pedagogis yang jelas (Martin et al., 2024). Keempat, kebijakan pendidikan perlu dikembangkan secara adaptif untuk mengakomodasi transformasi teknologi AI, termasuk aspek etika akademik dan kesenjangan akses digital di berbagai wilayah Indonesia, khususnya dalam kerangka implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

D. Kesimpulan

Berdasarkan sintesis terhadap 20 artikel empiris yang dianalisis melalui pendekatan *Systematic Literature Review* dengan protokol PRISMA 2020, penelitian ini menghasilkan tiga kesimpulan utama sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Pertama, terdapat tujuh kategori utama jenis AI yang digunakan sebagai media pembelajaran

matematika, yaitu *Generative AI* berbasis LLM, *Intelligent Tutoring System* (ITS), *chatbot* berbasis NLP, platform adaptif berbasis *machine learning*, sistem berbasis NLP murni, *Spatial AI*, dan sistem terintegrasi multi-AI. *Generative AI* berbasis LLM seperti ChatGPT mendominasi kajian terbaru dan menandai pergeseran paradigmatis dari sistem prosedural menuju sistem dialogis yang responsif terhadap kebutuhan belajar individual. Analisis temporal mengungkap tiga fase perkembangan yaitu dominasi ITS pada 2019–2021, transisi menuju *Generative AI* pada 2022–2023, dan eksplorasi AI spesifik untuk metode mengajar pada 2024–2025.

Kedua, AI secara konsisten berkontribusi positif terhadap dimensi penalaran matematis peserta didik, khususnya pada pemecahan masalah (16 artikel), pemahaman konsep (14 artikel), keterlibatan kognitif (13 artikel), dan berpikir kritis (9 artikel). Efektivitas tertinggi dicapai ketika AI diintegrasikan dengan model pembelajaran aktif seperti *Problem Based Learning* di bawah fasilitasi guru yang kompeten. Sebaliknya, penggunaan AI tanpa desain pedagogis yang memadai berpotensi

menimbulkan ketergantungan kognitif dan miskonsepsi pada peserta didik.

Ketiga, terdapat tiga tren utama dalam penggunaan AI untuk pembelajaran matematika yaitu pergeseran dari ITS menuju *Generative AI* berbasis LLM, penguatan orientasi personalisasi pembelajaran adaptif, serta munculnya evaluasi kritis terhadap risiko AI. Implikasi pedagogis yang paling mendesak bagi konteks Indonesia adalah reposisi AI sebagai alat *scaffolding* yang mendukung proses berpikir peserta didik, integrasinya dengan model pembelajaran aktif dalam kerangka Kurikulum Merdeka, serta penguatan kompetensi digital guru secara berkelanjutan. Berbeda dari kajian sebelumnya yang berfokus pada pendidikan tinggi (Zawacki-Richter et al., 2019), kajian ini memberikan kontribusi spesifik dengan mengintegrasikan temuan empiris AI generatif pasca-2022 pada konteks pendidikan sekolah yang selama ini masih menjadi kesenjangan dalam literatur.

Berdasarkan temuan tersebut, diajukan beberapa saran untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya. Penelitian selanjutnya

direkomendasikan untuk mengembangkan instrumen pengukuran penalaran matematis yang terstandarisasi secara khusus dalam konteks pembelajaran berbasis AI, mengingat heterogenitas instrumen yang digunakan pada studi-studi yang dianalisis masih cukup tinggi sehingga menyulitkan perbandingan antarkajian. Diperlukan pula kajian empiris komparatif yang secara khusus membandingkan efektivitas berbagai jenis AI berdasarkan tingkat kematangan kognitif peserta didik pada jenjang yang berbeda, mulai dari sekolah dasar hingga sekolah menengah atas. Studi longitudinal perlu dirancang untuk mengevaluasi dampak jangka panjang penggunaan AI terhadap perkembangan penalaran matematis peserta didik, khususnya dalam hal kemandirian berpikir dan kemampuan argumentasi logis formal. Terakhir, pengembangan model integrasi AI yang kontekstual dengan kondisi infrastruktur sekolah di Indonesia sangat mendesak untuk dilakukan, terutama dalam rangka menjawab tantangan kesenjangan akses digital antara sekolah di perkotaan dan di daerah terpencil

dalam kerangka implementasi Kurikulum Merdeka.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashshiddiqi, M. H., Mayesti, N., Irawati, I., & Rahmi, R. (2024). Pemanfaatan AI dalam era Kurikulum Merdeka: Perspektif siswa dan guru sekolah menengah. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 12(Special Issue 1), 267–278.
- Awang, L. A., Yusop, F. D., & Danaee, M. (2025). Current practices and future direction of artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(2), em0823. <https://doi.org/10.29333/iejme/16006>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- CASP. (2018). CASP checklists. *Critical Appraisal Skills Programme*.
- Chau, D. B., Luong, V. T., Long, T. T., & Thi Thao Linh, N. (2025). Personalized mathematics teaching with the support of AI chatbots to improve mathematical problem-solving competence for high school students in Vietnam. *European Journal of Educational Research*, 14(1), 323–333. <https://doi.org/10.12973/eu-er.14.1.323>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28–47. [https://doi.org/10.30191/ETS.202201_25\(1\).0003](https://doi.org/10.30191/ETS.202201_25(1).0003)
- Chou, P. N., Hsiao, C. Y., & Chen, Y. T. (2022). The effect of AI-based metacognitive tutoring on secondary students' mathematical reasoning. *Computers & Education*, 182, 104463. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104463>
- Elsayed, S. A. M. (2023). Applications of artificial intelligence and their relationship to spatial thinking and academic emotions towards mathematics. *Eurasian Journal of Educational Research*, 107, 321–342.
- Gouia-Zarrad, R., & Gunn, C. (2024). Enhancing students' learning experience in mathematics class through ChatGPT. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(3), em0781. <https://doi.org/10.29333/iejme/14614>
- Harahap, M. S., Fadli, V. P., Nasution, F. H., & Nasution, N. F. (2025). Systematic literature review: Peran artificial intelligence dalam personalisasi pembelajaran matematika (2018–2024). *SIGMA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(1), 368–377. <https://doi.org/10.26618/sigma.v17i1.18378>
- Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education. *Mathematics*, 9(6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Hwang, S. (2022). Examining the effects of AI on elementary students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Sustainability*, 14, 13185.

- <https://doi.org/10.3390/su142013185>
- Inoferio, H. V., Espartero, M. M., Asiri, M. S., Damin, M. D., & Chavez, J. V. (2024). Coping with math anxiety and lack of confidence through AI-assisted learning. *Environment and Social Psychology*, 9(5), 2228. <https://doi.org/10.54517/esp.v9i5.2228>
- Jancarik, A., Michal, J., & Novotna, J. (2023). Using AI chatbot for math tutoring. *Journal of Education Culture and Society*, 14(2), 285–296. <https://doi.org/10.15503/jecs2023.2.285.296>
- Ma, N., & Zhong, Z. (2025). A meta-analysis of the impact of generative AI on learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.70117>
- Maola, P. S., Karai Handak, I. S., & Herlambang, Y. T. (2024). Penerapan artificial intelligence dalam pendidikan di era Revolusi Industri 4.0. *Educatio: Jurnal Ilmu Kependidikan*, 19(1), 61–72. <https://doi.org/10.29408/edc.v19i1.24772>
- Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2024). Systematic review of research on AI in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100195>
- Mohamed, M. Z. B., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. B., Sabri, N. B. M., Mahmud, M. K. H. B., & Baharuddin, S. N. B. (2022). Artificial intelligence in mathematics education. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Opesemowo, O. A. G., & Adewuyi, H. O. (2024). A systematic review of artificial intelligence in mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(7), em2478. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14762>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ratnasari, R., Zabeta, M., & Sholeha, F. Z. (2024). Pengaruh artificial intelligence (AI) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 3(1), 68–76. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i1.355>
- Son, L. N., Nguyen, T. T., Tran, T. P., & Le, H. V. (2025). Artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric analysis. In *Advances in Information and Communication Technology* (pp. 453–462). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80943-9_44

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Walkington, C. (2024). The implications of generative AI for mathematics education. *School Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.1111/ssm.18356>
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Yilmaz, R., & Karaoglan Yilmaz, F. G. (2023). The effect of generative AI tools on students' computational thinking and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100147. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025>