

# Systematic Literature Review: Tren Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Higher Order Thinking Skills

Amilah Munadziroh<sup>1</sup>, Tia Purniati<sup>2\*</sup>, Ririn Sispiyati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia, 40154, Indonesia

\*Corresponding Author: tpurniati@upi.edu

Diterima tanggal bulan tahun, disetujui untuk publikasi tanggal bulan tahun

## Abstrak

Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan matematika era Society 5.0 menawarkan peluang sekaligus tantangan bagi kemandirian kognitif siswa. Penelitian ini bertujuan menganalisis tren, platform, dan efektivitas AI dalam memfasilitasi Higher Order Thinking Skills (HOTS). Melalui metode Systematic Literature Review (SLR), 12 artikel Scopus terpilih yang diterbitkan antara Januari 2020 hingga Februari 2026 dianalisis secara mendalam. Hasil penelitian menunjukkan pergeseran tren dari sistem tutorial prosedural menuju penggunaan Generative AI (seperti ChatGPT, Gemini, Mistral, dan DeepSeek) serta sistem cerdas berbasis komputasi (seperti WolframAlpha dan Artificial Neural Networks) sebagai mitra kognitif. Integrasi berbagai platform tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan HOTS melalui scaffolding adaptif, visualisasi konsep abstrak melalui sinergi dengan GeoGebra, dan pemodelan masalah kompleks. Temuan ini mengungkapkan bahwa efektivitas AI bergantung pada peran siswa sebagai evaluator kritis yang memverifikasi potensi kesalahan mesin. Hal ini menegaskan bahwa AI hanyalah alat bantu untuk memperkuat kapasitas intelektual, sementara keputusan akhir tetap didasarkan pada penalaran logis siswa.

**Kata Kunci:** Artificial Intelligence; HOTS; Pembelajaran Matematika; Systematic Literature Review.

## Abstract

The use of Artificial Intelligence (AI) in mathematics education in the Society 5.0 era offers both opportunities and challenges for students' cognitive independence. This study aims to analyze the trends, platforms, and effectiveness of AI in facilitating Higher Order Thinking Skills (HOTS). Using a Systematic Literature Review (SLR) method, 12 selected Scopus-indexed articles published between January 2020 and February 2026 were analyzed in depth. The findings indicate a trend shift from procedural tutoring systems toward the use of Generative AI, such as ChatGPT, Gemini, Mistral, and DeepSeek, as well as intelligent computation-based systems, such as WolframAlpha and Artificial Neural Networks, as cognitive partners. The integration of these platforms has proven effective in enhancing HOTS through adaptive scaffolding, visualization of abstract concepts through synergy with GeoGebra, and complex problem modeling. These findings reveal that the effectiveness of AI depends on students' role as critical evaluators who verify potential machine-generated errors. This confirms that AI functions merely as a supporting tool to strengthen intellectual capacity, while final decisions remain grounded in students' logical reasoning.

**Keywords:** Artificial Intelligence; HOTS; Mathematics Education; Systematic Literature Review.

Citation: Munadziroh, A., Purniati, T., & Sispiyati, R. (2026) Systematic Literature Review: Tren Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Higher Order Thinking Skills. *Jurnal Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika*: 7(2), 41 - 52.

## Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang sangat cepat pada era *Society* 5.0 memberikan pengaruh besar terhadap dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran matematika, di mana pemanfaatan teknologi menjadi komponen penting dalam mendukung terciptanya ekosistem pembelajaran

yang modern (Saputra dkk., 2023). Sejak tahun 2022, *Artificial Intelligence* (AI) semakin menjadi fokus utama dalam pendidikan, ditandai dengan meningkatnya berbagai penelitian yang mengkaji manfaat sekaligus tantangannya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Selain itu, AI berfungsi sebagai alat yang mampu

menyesuaikan proses belajar setiap individu dengan cara mengidentifikasi kesulitan yang dialami serta memberikan umpan balik yang bersifat adaptif (Arifin dkk., 2025).

Pembelajaran matematika pada abad ke-21 tidak lagi hanya berfokus pada kemampuan prosedural dalam berhitung, tetapi juga menuntut penguasaan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang meliputi kemampuan analisis (C4), evaluasi (C5), dan kreasi (C6) sebagaimana tercantum dalam revisi Taksonomi Bloom. Keterampilan berpikir tingkat tinggi tersebut berakar pada kemampuan berpikir kritis, yang menjadi dasar bagi siswa dalam melakukan penalaran logis serta pemecahan masalah secara sistematis. Namun, kenyataannya masih banyak siswa yang menghadapi kendala dalam memahami simbol dan rumus yang bersifat abstrak dan kompleks (Asri dkk., 2024), sehingga pemanfaatan AI dalam pembelajaran dapat menjadi solusi dengan menghadirkan lingkungan belajar yang lebih interaktif (Patrick dkk., 2025).

Sejumlah penelitian telah menguji efektivitas AI dalam memfasilitasi HOTS, penelitian terbaru (Fadila dkk., 2025) menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT secara signifikan efektif membantu siswa SMP menyelesaikan soal HOTS pada materi pola bilangan, dengan rata-rata skor kelas eksperimen yang mencapai 35,52, jauh melampaui rata-rata kelas kontrol yang hanya sebesar 10,34. Meskipun demikian, terdapat kekhawatiran mendalam bahwa AI dapat menjadi "pedang bermata dua". Terdapat risiko dependensi prosedural di mana siswa cenderung menggunakan AI sebagai jalan pintas untuk solusi instan tanpa melalui proses berpikir yang mendalam (Arifin dkk., 2025). Hal ini didukung oleh studi (Şimşek dkk., 2025) yang menunjukkan bahwa interaksi pasif dengan AI justru dapat menghambat pemahaman. Dalam beberapa kondisi, siswa yang belajar secara mandiri ditemukan memiliki tingkat akurasi pemahaman yang lebih baik dibandingkan mereka yang hanya mengandalkan bantuan AI tanpa proses refleksi.

Berbagai penelitian terdahulu telah memetakan tantangan mendasar dalam pendidikan matematika, seperti adanya kecemasan mahasiswa terhadap simbol dan rumus matematika (Asri dkk., 2024), serta sulitnya memahami konsep abstrak pada mata kuliah yang kompleks seperti Analisis Real (Faisal dkk., 2024). Di tingkat praktis, potensi AI dalam mendorong HOTS telah dikaji baik melalui perspektif pengguna (Patrick dkk., 2025), ringkasan otomatis pada media belajar (Şimşek dkk., 2025), maupun tinjauan umum pengaruhnya terhadap berpikir kritis (Arifin dkk., 2025). Namun, di tengah beragamnya temuan tersebut, masih diperlukan sebuah studi yang memetakan tren ini secara komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan sebuah studi literatur sistematis yang bertujuan untuk mengeksplorasi lebih dalam bagaimana tren penggunaan AI dalam pembelajaran matematika dapat difokuskan secara spesifik untuk meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) siswa.

Fokus utama riset ini akan diarahkan pada tiga pertanyaan: Pertama, bagaimana tren publikasi penelitian mengenai penggunaan AI dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan HOTS selama 7 tahun terakhir?; Kedua, jenis teknologi atau platform AI apa saja yang paling sering diimplementasikan dalam pembelajaran matematika untuk menstimulasi berpikir tingkat tinggi?; Dan ketiga, bagaimana efektivitas teknologi AI tersebut dalam memfasilitasi *Higher Order Thinking Skills* (khususnya pada aspek berpikir kritis, pemecahan masalah, dan berpikir kreatif) bagi siswa?

Melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) ini, diharapkan dapat ditemukan keseimbangan antara kemajuan teknologi dengan kebutuhan pengembangan kognitif siswa agar AI bertindak sebagai penguat, bukan pengganti kemampuan berpikir kritis manusia.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR), yaitu sebuah pendekatan terstruktur yang berfungsi untuk

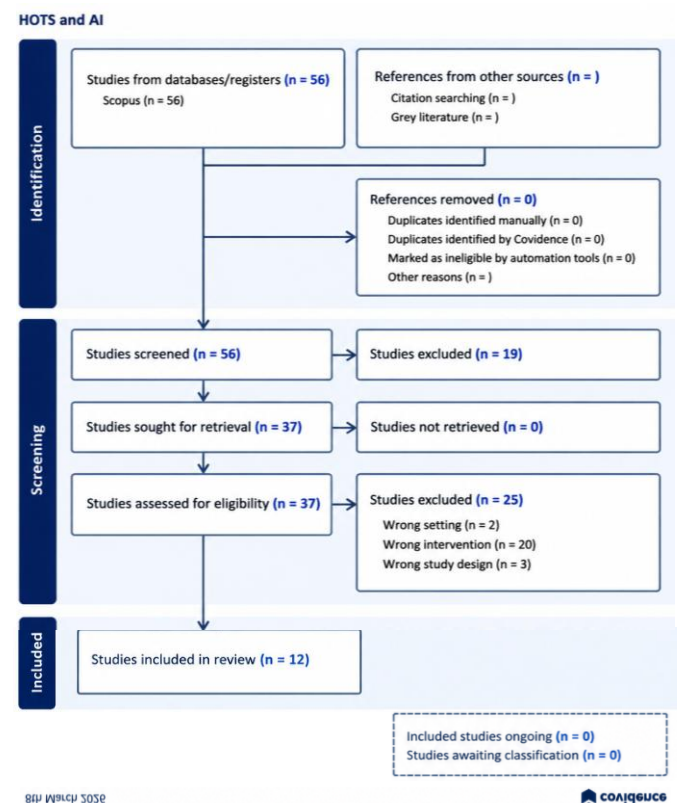
menghimpun serta menganalisis berbagai penelitian terdahulu yang relevan dengan topik bahasan (Faisal dkk., 2024). Data penelitian merupakan data sekunder berupa artikel ilmiah yang diekstraksi dari *database* Scopus. Proses pencarian dibatasi pada dokumen yang diterbitkan dalam rentang tahun 2020 hingga bulan Februari tahun 2026 untuk memastikan keterkinian informasi terkait integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran matematika serta dampaknya terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) siswa.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dengan mengimplementasikan kerangka PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk menjamin bahwa pengkajian literatur dilakukan secara transparan, sistematis, dan menyeluruh (Rachman & Sadikin, 2024). Pemilihan sampel akhir ditetapkan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat untuk memperoleh artikel yang paling representatif terhadap tujuan penelitian. Rincian mengenai kriteria inklusi dan eksklusi tersebut disajikan pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Kriteria Inklusi dan Eksklusi

No	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
1	Publikasi artikel yang diterbitkan pada tahun 2020-2026.	Publikasi artikel sebelum tahun 2020.
2	Artikel yang diterbitkan dalam jurnal terindeks Scopus.	Artikel yang diterbitkan selain jurnal terindeks Scopus.
3	Subjek penelitian adalah siswa pada jenjang pendidikan formal.	Subjek penelitian berada di luar bidang pendidikan, seperti karyawan perusahaan atau robot murni.
4	Menggunakan metode penelitian kuantitatif dan pengembangan.	Menggunakan metode penelitian <i>Systematic Literature Review</i> dan <i>Meta-Analysis</i> .
5	Mengukur luaran berupa keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) seperti berpikir kritis, kreatif, atau pemecahan masalah.	Tidak ada hubungannya dengan peningkatan keterampilan berpikir siswa.

Setelah menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi sebagaimana tercantum pada Tabel 1, proses seleksi literatur dilakukan secara sistematis mengikuti tahapan PRISMA. Artikel dicari melalui Scopus dengan kata kunci *TITLE-ABS-KEY* ("*Artificial Intelligence*" OR "*AI*" OR "*Machine Learning*" OR "*Deep Learning*" OR "*Generative AI*" OR "*Intelligent Tutoring System\**") AND ("*Mathematics*" OR "*Math\**" OR "*Numeracy*") AND ("*Higher Order Thinking*" OR "*HOTS*" OR "*Critical Thinking*" OR "*Problem Solving*" OR "*Creative Thinking*" OR "*Analytical Thinking*"). Lalu dibatasi dengan ketentuan tahun 2020 hingga bulan Februari tahun 2026, subjek matematika, tipe dokumen yaitu artikel, berbahasa Inggris, serta dokumen yang *open access*. Dari proses tersebut, diperoleh 56 artikel.



**Gambar 1.** Diagram PRISMA

Selanjutnya, penyaringan dilakukan menggunakan Covidence dengan seleksi judul dan abstrak sehingga dihasilkan sebanyak 37 artikel untuk ditinjau secara menyeluruh. Setelah dianalisis, 25 artikel tidak lolos karena tidak sesuai secara metodologis atau isi, sehingga tersisa 12 artikel yang dianggap paling relevan. Artikel-artikel terpilih inilah yang kemudian dianalisis secara mendalam untuk mengevaluasi efektivitas teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dalam memfasilitasi dan meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), yang mencakup kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan

pemecahan masalah matematis siswa di berbagai jenjang pendidikan. Proses seleksi artikel dalam kajian ini disajikan melalui diagram PRISMA pada Gambar 1.

### Hasil Penelitian

Setelah dianalisis, terdapat 12 artikel yang memenuhi kriteria inklusi yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga bulan Februari tahun 2026. Berikut temuan mengenai peran *Artificial Intelligence* (AI) dalam pendidikan matematika, terutama efektivitasnya terhadap peningkatan aspek HOTS di berbagai belahan dunia yang disajikan pada Tabel 2 berikut.

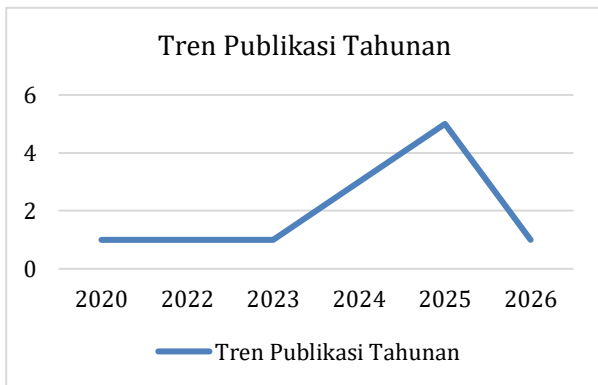
**Tabel 2.** Tabel Ekstraksi

Judul Artikel (Penulis, Tahun) - Negara	Kategori dan Platform Berbasis AI	Hasil Penelitian
<i>Artificial Intelligence, Basic Skills, and Quantitative Literacy</i> (Karaali, 2023) – Amerika Serikat	<i>Generative AI</i> (ChatGPT) & <i>Computational Intelligence</i> (WolframAlpha).	AI saat ini masih memiliki kelemahan dalam tugas-tugas kuantitatif yang kompleks. Hasilnya menekankan perlunya pendidikan matematika tetap berfokus pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan literasi kuantitatif manusia sebagai respons terhadap kemajuan AI yang mulai menguasai kemampuan dasar.
<i>AI Responses to Challenging Problems and Educator Responses to AI Availability</i> (McGalliard & Otten, 2025) – Amerika Serikat	<i>Generative AI</i> (ChatGPT & Gemini)	Mendorong kemampuan evaluasi (C5) dan berpikir kritis (C4) melalui strategi diskusi serta kritik terhadap solusi AI. AI digunakan sebagai mitra interaktif untuk memperdalam pemahaman konsep dan memperbaiki strategi pemecahan masalah melalui proses <i>prompting</i> .
<i>Enhancing Pedagogical Practices with ANNs to Engage Next-Gen in Biomathematics</i> (Morales-Morales dkk., 2025) – Amerika Serikat	<i>Machine Learning</i> (Neural Networks) - PINN	Mengintegrasikan kerangka C-MATH-NN menggunakan <i>Artificial Neural Networks</i> (ANN) untuk memperkuat kemampuan pemodelan matematika dan analisis kritis pada masalah interdisipliner (seperti dinamika penyakit). Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan AI membantu mahasiswa beralih dari sekadar perhitungan rutin ke prediksi kompleks dan pengujian model pada data dunia nyata.
<i>GenAI Tutor 24x7: Simulation of ChatGPT, Wolfram GPT, and Tutor Me GPT to accurately and effectively tutor engineering and math content</i> (Nikolic dkk., 2026) - Australia	<i>Generative AI</i> (ChatGPT-4o) & <i>Custom GPTs</i> (Wolfram GPT, Tutor Me GPT).	Menunjukkan potensi GenAI sebagai tutor 24/7 (kapan pun tersedia) yang menyediakan metodologi pemecahan masalah terstruktur ( <i>step-by-step</i> ) dan adaptif terhadap tingkat kemahiran siswa. Namun, adanya temuan ketidakakuratan minor (halusinasi) menekankan pentingnya pengawasan dan peran siswa dalam memverifikasi hasil, yang secara tidak langsung menuntut keterlibatan kognitif dan kemampuan evaluasi mandiri.
<i>Can Generative AI Solve</i>	<i>Generative AI</i> (LLMs)	Mengevaluasi keterbatasan LLM dalam penalaran

<p><i>Geometry Problems? Strengths and Weaknesses of LLMs</i> (Parra dkk., 2024) - Argentina</p>		<p>geometri dan mengategorikan kesalahan logika yang dihasilkan. Temuan ini menjadi dasar bagi guru untuk merancang metode pembelajaran di mana siswa berperan sebagai analis yang harus mendeteksi kesalahan penalaran AI, sehingga memicu kemampuan berpikir kritis dan evaluasi siswa pada materi geometri.</p>
<p><i>A Scoping Survey of ChatGPT in Mathematics Education</i> (Pepin dkk., 2025) - Netherlands</p>	<p>ChatGPT</p>	<p>Menunjukkan bahwa ChatGPT dapat berfungsi sebagai sumber daya transformatif untuk mendukung berpikir kritis dan pembelajaran mandiri (<i>self-regulated learning</i>). Hasil survei menekankan bahwa AI meningkatkan keterlibatan siswa dalam kolaborasi dan memberikan umpan balik secara <i>real-time</i>, namun tetap memerlukan pengawasan manusia untuk memitigasi risiko ketidakakuratan dan ketergantungan berlebihan.</p>
<p><i>Training and assessing numerical abilities across the lifespan with intelligent systems: The example of Baldo.</i> (Ponticorvo dkk., 2022) - Italia</p>	<p><i>Intelligent Tutoring Systems (ITS)</i> – Baldo</p>	<p>Melatih kognisi numerik melalui sistem tutor cerdas yang mempersonalisasi aktivitas berdasarkan tingkat kemampuan aktual pengguna. Penelitian ini menekankan integrasi dimensi motivasi dan afektif dalam pembelajaran matematika berbasis permainan (<i>game-based learning</i>) untuk mendukung perkembangan kognitif pada berbagai rentang usia.</p>
<p><i>Large Language Models: A Tool For Solving Mathematical Problems In High School.</i> (Stamenkova, 2025) - Bulgaria</p>	<p><i>Generative AI (LLMs)</i> - Mistral, DeepSeek, BgGPT</p>	<p>Menegaskan bahwa integrasi AI yang sukses memerlukan akurasi matematis, keselarasan dengan metode kurikulum nasional, dan ketepatan linguistik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa AI dapat berfungsi sebagai <i>comfort mode</i> yang menggabungkan kemandirian belajar dengan responsivitas tutor pribadi, namun strategi penyelesaiannya harus tetap diawasi agar tidak menyimpang dari standar metodologi pendidikan yang berlaku.</p>
<p><i>Integrating realistic mathematics education, AI, and gamification to enhance students' learning motivation and problem-solving skills</i> (Susilawati dkk., 2025) - Indonesia</p>	<p><i>Intelligent Tutoring Systems (ITS)</i> - <i>AI-driven Adaptive Support</i></p>	<p>Membuktikan bahwa sinergi antara AI, gamifikasi, dan <i>Realistic Mathematics Education (RME)</i> secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah non-rutin dan motivasi belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dukungan adaptif berbasis AI dalam lingkungan yang digamifikasi mampu mendorong keterlibatan kognitif serta afektif siswa secara sistematis.</p>
<p><i>ChatGPT's performance in university admissions tests in mathematics</i> (Udias dkk., 2024) - Spanyol</p>	<p><i>Generative AI (LLMs)</i> - ChatGPT 4.0</p>	<p>Menunjukkan bahwa ChatGPT-4 mampu melampaui kemampuan rata-rata siswa pada ujian masuk universitas, terutama dalam bidang probabilitas dan statistik. Namun, performanya ditemukan jauh lebih rendah pada bidang aljabar dan kalkulus dibandingkan bidang lainnya. Temuan ini menegaskan potensi AI sebagai alat bantu pemecahan masalah sekaligus menyoroti keterbatasannya dalam menginterpretasi ide matematika yang kompleks.</p>

<p><i>Benefits and limitations of the artificial with respect to the traditional learning of mathematics</i> (Voskoglou &amp; Salem, 2020) - Greece</p>	<p><i>General AI (Expert Systems, Machine Learning, &amp; Smart Learning Systems)</i></p>	<p>Mengkaji peran AI dalam pendidikan matematika untuk menghadapi era revolusi industri baru yang berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) dan sistem siber-fisik. Hasilnya memberikan evaluasi mengenai keuntungan dan kerugian penggunaan AI dibandingkan pembelajaran tradisional, serta menekankan pentingnya adaptasi metode pengajaran matematika terhadap perkembangan teknologi masa depan.</p>
<p><i>Investigating the use of ChatGPT to solve a GeoGebra based mathematics+computational thinking task in a geometry topic</i> (Yunianto dkk., 2024) - Austria</p>	<p><i>Generative AI (ChatGPT) integrated with Dynamic Mathematics Software (GeoGebra)</i></p>	<p>Menunjukkan bahwa ChatGPT efektif memfasilitasi aspek <i>Computational Thinking</i> (CT) seperti pemrograman dan <i>debugging</i> melalui penulisan perintah GeoGebra. Hasilnya membuktikan potensi AI untuk pembelajaran berdiferensiasi (dukungan yang disesuaikan dengan kebutuhan individu) serta melatih kemandirian siswa dalam memecahkan masalah matematika yang kompleks.</p>

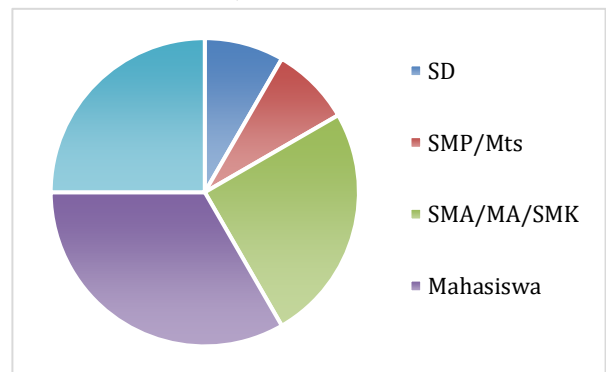
Terhadap artikel-artikel tersebut, dilakukan pemetaan lebih lanjut untuk melihat dinamika publikasi dari waktu ke waktu. Grafik pada Gambar 2 berikut menunjukkan adanya lonjakan signifikan dalam jumlah penelitian, terutama dalam tiga tahun terakhir. Selain aspek waktu, intensitas penelitian ini juga tersebar pada berbagai tingkatan sekolah. Gambar 3 berikut memaparkan distribusi jenjang pendidikan yang menjadi subjek penelitian, mulai dari tingkat dasar hingga pendidikan tinggi.



**Gambar 2.** Tren Publikasi Tahunan

Berdasarkan gambar 3, kategori mahasiswa menjadi kelompok subjek terbanyak dengan jumlah artikel sebanyak 4 dari 12 atau sekitar 34% dalam literatur ini. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas materi matematika di tingkat perguruan tinggi yang memerlukan bantuan alat komputasi cerdas untuk visualisasi dan

penyelesaian masalah non-rutin. Mahasiswa dianggap memiliki kemandirian belajar dan kesiapan kognitif yang lebih baik untuk berinteraksi dengan AI sebagai *cognitive partner*. Penyediaan metodologi pemecahan masalah yang terstruktur, adaptif, dan mampu memberikan bimbingan personal sesuai kebutuhan akademik mahasiswa (Nikolic dkk., 2026), evaluasi kritis mahasiswa calon guru terhadap respon pedagogis AI (McGalliard & Otten, 2025), pengembangan literasi kuantitatif melalui evaluasi mandiri terhadap solusi AI (Karaali, 2023), serta pemodelan masalah biomatematika kompleks menggunakan *Artificial Neural Networks* (ANNs) (Morales-Morales dkk., 2025).



**Gambar 3.** Jenjang Pendidikan

Di samping kelompok mahasiswa, distribusi penelitian juga mencakup berbagai jenjang pendidikan lainnya dengan proporsi yang

beragam. Pada tingkat sekolah menengah atas (SMA/MA/SMK), terdapat tiga dari dua belas artikel (25%) yang berfokus pada penggunaan AI untuk memecahkan masalah geometri (Parra dkk., 2024), integrasi *Computational Thinking* melalui platform GeoGebra (Yunianto dkk., 2024), serta pemanfaatan LLM sebagai alat bantu penyelesaian soal yang selaras dengan kurikulum nasional (Stamenkova, 2025).

Sementara itu, jenjang sekolah menengah pertama (SMP/MTs) diwakili oleh satu artikel (8%) melalui studi (Susilawati dkk., 2025) yang mengintegrasikan AI dengan pendidikan matematika realistik dan gamifikasi untuk meningkatkan motivasi serta kemampuan pemecahan masalah siswa menengah pertama.

Kemudian, untuk kategori sekolah dasar dan lintas jenjang juga mencakup satu artikel (8%), yakni penelitian (Ponticorvo dkk., 2022) yang memperkenalkan sistem cerdas Baldo untuk melatih kognisi numerik dari tingkat dasar hingga lansia.

Terakhir, kategori gabungan SMA dan Mahasiswa diperoleh tiga dari dua belas artikel (25%). Kategori ini muncul karena beberapa rujukan (Pepin dkk., 2025; Udias dkk., 2024; Voskoglou & Salem, 2020) membahas AI dalam konteks transisi pendidikan. Hal ini terlihat dari upaya Pepin dkk. (2025) yang melakukan survei untuk memetakan dampak ChatGPT secara menyeluruh pada pendidikan menengah dan tinggi tanpa memisahkan subjeknya secara ketat. Sejalan dengan itu, Udias dkk. (2024) menyoroti fase transisi tersebut dengan meneliti performa AI pada tes masuk universitas, di mana subjeknya adalah siswa SMA yang sedang bertransisi menjadi mahasiswa.

Selain aspek struktural dan transisional, Voskoglou & Salem (2020) menekankan peran AI sebagai jembatan kognitif yang memfasilitasi visualisasi konsep abstrak menjadi bentuk semi-konkret, sebuah kebutuhan yang sangat relevan baik bagi siswa SMA maupun mahasiswa.

## Pembahasan

### Tren Publikasi 5 Tahun Terakhir

Berdasarkan gambar 2 tentang tren publikasi tahunan diperoleh informasi bahwa tren menunjukkan pergeseran fokus teknologi yang berdampak pada jenis kognisi yang dilatih yakni, fase 1 (2020–2023): Publikasi didominasi oleh *Intelligent Tutoring Systems* (ITS). Fokusnya adalah pada kemandirian belajar dan penguasaan konsep dasar (LOTS ke MOTS). Pada fase 2 (2023–2026): Terjadi lonjakan eksponensial seiring populernya *Generative AI* (ChatGPT, Gemini, LLM). Fokus riset bergeser ke HOTS, karena teknologi ini memungkinkan interaksi dua arah. Penelitian lain (Alasmari dkk., 2025) menegaskan bahwa AI kini dipandang sebagai elemen kunci dalam pengembangan kurikulum matematika modern yang mampu mempersonalisasi konten secara adaptif guna meningkatkan pemahaman kognitif yang lebih dalam. Dalam fase ini, teknologi menuntut keterlibatan aktif siswa dalam memberikan *prompt* (instruksi) yang logis dan melakukan *debugging* (analisis kesalahan) terhadap jawaban mesin.

Pergeseran fokus ini tidak hanya berdampak pada hasil belajar, tetapi juga memperluas cakupan riset ke ranah pengalaman pengguna dan integrasi pedagogis yang lebih kompleks di berbagai jenjang pendidikan (Busuttill & Calleja, 2025; Vintere dkk., 2024).

Pola sebaran materi dan spesifikasi hubungannya dengan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dapat ditinjau melalui empat domain utama. Dalam bidang geometri dan spasial, integrasi AI seperti ChatGPT dengan perangkat lunak dinamis GeoGebra menuntut siswa untuk memiliki kemampuan analisis dan kreasi; di sini AI berperan membantu penulisan kode atau perintah untuk membangun objek, sementara siswa wajib mengevaluasi secara kritis akurasi matematis dari visualisasi yang dihasilkan (McGalliard & Otten, 2025; Yunianto dkk., 2024).

Pada aspek aljabar dan pemodelan, penggunaan *Artificial Neural Networks* (ANN) atau LLM difokuskan pada pemecahan masalah non-

rutin yang kompleks, di mana siswa memanfaatkan AI untuk memodelkan data biologis atau teknis dan kemudian mengevaluasi keandalan model tersebut (Morales-Morales dkk., 2025).

Selanjutnya, dalam literasi kuantitatif dan numerasi, penggunaan asisten AI dalam analisis data statistik sangat menitikberatkan pada kemampuan berpikir kritis; mengingat AI masih sering melakukan kesalahan, siswa dilatih untuk melakukan verifikasi serta menyusun argumentasi logis guna memvalidasi jawaban yang diberikan (Karaali, 2023). Terakhir, pada domain logika dan pembuktian, peran siswa bergeser menjadi editor atau penilai yang bertugas menguji kebenaran langkah-langkah pembuktian AI untuk mengidentifikasi celah logika atau halusinasi informasi. Proses ini memaksa siswa untuk berpikir lebih dalam dan skeptis, yang merupakan inti dari keterampilan berpikir tingkat tinggi (McGilliard & Otten, 2025; Pepin dkk., 2025).

Berdasarkan keempat uraian di atas, terlihat jelas bahwa sebaran materi matematika dalam penggunaan AI kini mencakup berbagai topik esensial, mulai dari yang bersifat visual seperti geometri hingga yang berabstraksi tinggi seperti logika pembuktian. Benang merah dari hubungan seluruh materi tersebut dengan HOTS terletak pada transformasi peran siswa. AI kini tidak lagi dilihat sebagai pemberi jawaban mutlak, melainkan bertugas sebagai penyedia draf awal atau alat bantu pemodelan. Sementara itu, siswa mengambil alih kendali pada ranah kognitif yang lebih tinggi, yaitu menganalisis validitas data, mengevaluasi potensi kesalahan logika mesin (*hallucination*), dan menciptakan solusi akhir yang akurat melalui proses interaksi (*prompting*) yang strategis

### Jenis Platform AI dalam Pendidikan Matematika

Hasil analisis menunjukkan adanya diversitas platform AI yang sangat luas, yang kini melampaui penggunaan *Large Language Model* (LLM) umum dalam menstimulasi berpikir tingkat tinggi siswa. Platform seperti ChatGPT (OpenAI),

Gemini (Google), dan Claude tetap menjadi jenis yang paling dominan digunakan sebagai asisten tutor atau alat pemecahan masalah interaktif karena kemampuannya dalam memberikan umpan balik *real-time*. Hal ini secara signifikan membantu mahasiswa, khususnya di tingkat universitas, untuk menyelesaikan tugas-tugas matematika yang kompleks dengan lebih cepat dan mandiri (Vintere dkk., 2024). Selain platform umum tersebut, kini muncul tren penggunaan platform yang lebih terspesialisasi, seperti integrasi AI dalam lingkungan belajar STEM yang imersif. Penggunaan model pengajaran yang menggabungkan AI dengan teknologi *Virtual Reality* (VR) terbukti mampu meningkatkan performa akademik dan motivasi siswa melalui pengalaman belajar yang lebih kontekstual (Li & Feng, 2025).

Lebih lanjut, inovasi pada alat desain instruksional seperti MATH41 yang diintegrasikan dengan *Generative AI* memungkinkan pendidik untuk menciptakan soal matematika berparameter serta visualisasi grafik vektor yang dinamis. Platform jenis ini berkontribusi besar dalam menjembatani pemahaman konsep abstrak melalui representasi visual yang kuat (Oh, 2025). Di sisi lain, *Intelligent Tutoring Systems* (ITS) dan sistem adaptif tetap memegang peran penting dalam memberikan jalur pembelajaran yang terpersonalisasi, sering kali diperkuat dengan *Artificial Neural Networks* (ANNs) untuk mendukung pemodelan matematis tingkat tinggi. Terakhir, implementasi sistem berbasis permainan (seperti sistem Baldo atau integrasi gamifikasi-AI) menjadi kategori unik yang tidak hanya melatih kognisi numerik, tetapi juga memperhatikan aspek afektif dan motivasi intrinsik siswa (Susilawati dkk., 2025). Secara keseluruhan, keberagaman platform ini membentuk sebuah ekosistem digital canggih yang memposisikan AI bukan sekadar alat bantu hitung, melainkan mitra kognitif dalam mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi.

### Efektivitas AI dalam Memfasilitasi HOTS

Teknologi AI efektif meningkatkan HOTS dengan memfasilitasi evaluasi kritis melalui verifikasi mandiri terhadap solusi mesin serta mendukung penyelesaian masalah kompleks melalui bimbingan adaptif, visualisasi konsep abstrak, dan pengembangan berpikir komputasional yang terpersonalisasi. Efektivitas AI terhadap HOTS dalam kajian ini dapat dikategorikan ke dalam tiga aspek utama.

Pertama, teknologi ini mengasah kemampuan berpikir kritis dengan memicu siswa untuk tidak menerima jawaban secara mentah, melainkan melakukan validasi terhadap solusi yang diberikan. Kemampuan AI dalam memberikan umpan balik *real-time* memaksa siswa melakukan evaluasi mandiri, di mana guru dengan filosofi *connectionist* memandang hal ini sebagai sarana eksplorasi aktif dan keterlibatan individu (Busuttill & Calleja, 2025). Hal ini mengalihkan otoritas kebenaran dari guru atau mesin kepada penalaran logis siswa sendiri. Keterampilan evaluasi kritis ini sangat krusial karena adanya risiko halusinasi atau kesalahan logika pada AI, yang justru memaksa siswa untuk bersikap skeptis dan analitis dalam memverifikasi kebenaran jawaban tersebut (Karaali, 2023; McGalliard & Otten, 2025).

Aspek kedua berkaitan dengan peningkatan kemampuan pemecahan masalah, di mana AI berperan sebagai simulasi tutor yang tersedia setiap saat, AI mampu menyediakan *scaffolding* (bantuan bertahap) yang membantu siswa mengurai masalah non-rutin menjadi langkah-langkah logis yang lebih sederhana tanpa memberikan jawaban secara langsung. Di bidang STEM, efektivitas ini diperkuat melalui model pembelajaran imersif yang menggabungkan AI dan *Virtual Reality* (VR), yang secara signifikan meningkatkan motivasi serta performa akademik dalam menyelesaikan tugas-tugas menantang (Li & Feng, 2025). Penggunaan media interaktif ini memungkinkan pengayaan pemahaman dan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah kontekstual melalui simulasi yang realistis

(Alasmari dkk., 2025). Bantuan yang dipersonalisasi ini sangat krusial dalam membantu siswa mengatasi hambatan kognitif selama proses pembelajaran berlangsung (Pepin dkk., 2025).

Terakhir, integrasi AI dengan perangkat lunak dinamis seperti GeoGebra secara signifikan memperkuat kemampuan berpikir kreatif dan komputasional siswa. Hal ini memungkinkan siswa untuk bereksperimen secara bebas dengan berbagai model matematika, yang tidak hanya memperkuat kemampuan berargumentasi mereka, tetapi juga membantu untuk memvisualisasikan hubungan antar-konsep yang sebelumnya sulit dipahami secara abstrak (Oh, 2025). Misalnya, penggunaan AI untuk membantu penulisan perintah (*commands*) pada GeoGebra memungkinkan siswa berfokus pada strategi penyelesaian masalah dan eksplorasi visual ketimbang hambatan teknis penulisan kode (Yunianto dkk., 2024). Meskipun AI menawarkan potensi besar dalam menciptakan solusi baru melalui proses interaksi (*prompting*) yang kreatif, pendampingan guru tetap menjadi faktor esensial untuk memitigasi risiko kesalahan informasi (Susilawati dkk., 2025).

### Kesimpulan

Integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pendidikan matematika selama lima tahun terakhir menunjukkan tren pergeseran signifikan dari penggunaan sistem tutorial pasif untuk penguasaan konsep dasar menuju pemanfaatan AI generatif yang berfokus pada pengembangan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Berbagai platform seperti *Generative AI* (ChatGPT, Gemini), *Intelligent Tutoring Systems* (ITS), hingga *Game-based AI* telah diimplementasikan sebagai mitra kognitif yang memfasilitasi interaksi dua arah, di mana efektivitasnya terlihat nyata dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui verifikasi solusi mesin, pemecahan masalah melalui *scaffolding* adaptif, serta berpikir kreatif-komputasional melalui integrasi perangkat lunak dinamis. Benang merah dari transformasi ini terletak pada reposisi peran siswa yang tidak lagi

sekadar menerima jawaban instan, melainkan bertindak sebagai evaluator dan pengambil keputusan logis yang secara kritis menganalisis serta mengoreksi setiap luaran teknologi AI, sehingga otoritas kebenaran matematis tetap berada pada penalaran manusia.

Implementasi teknologi AI dalam kurikulum matematika masa depan memerlukan kesiapan pedagogis yang matang dari para pendidik untuk merancang strategi pengajaran yang mampu memitigasi risiko ketergantungan prosedural pada siswa melalui penguatan verifikasi kritis dan teknik *prompting* yang logis. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi lebih dalam mengenai desain model pembelajaran hibrida yang dapat menyeimbangkan kemudahan teknologi dengan kedalaman pemahaman konsep tradisional, serta mengembangkan instrumen asesmen yang berfokus pada penilaian proses berpikir kritis selama interaksi dengan AI. Selain itu, bagi pengembang teknologi, diperlukan inovasi pada platform AI yang lebih transparan dalam menyajikan langkah-langkah pembuktian logis untuk meminimalisir kesalahan numerik dan memperkuat akurasi penalaran pada topik matematika dengan tingkat abstraksi yang tinggi.

## Daftar Pustaka

- Alasmari, S. A., Alshehri, S. M., Alshehri, N. A., Alammari, R. Z. N., & Alajmi, M. H. S. (2025). Developing Elementary Mathematics Curricula Using Artificial Intelligence Applications from Experts' Perspective. *Journal of Curriculum and Teaching*, 14(2), 207–218. <https://doi.org/10.5430/jct.v14n2p207>
- Arifin, M. Z., Zulkarnain, I., & Ansori, H. (2025). The influence of artificial intelligence on critical thinking ability in mathematics: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 82. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v8i1.24352>
- Asri, S. D., T., A. Y., Siregar, N., & Meldi, N. F. (2024). Tantangan Pembelajaran Matematika: Perspektif Negatif Mahasiswa Terhadap Minat Dan Pemahaman Simbol Serta Rumus. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika*, 17(2), 163. <https://doi.org/10.30870/jppm.v17i2.28777>
- Busuttil, L., & Calleja, J. (2025). Teachers' Beliefs and Practices About the Potential of ChatGPT in Teaching Mathematics in Secondary Schools. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11(1), 140–166. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00168-3>
- Fadila, M. T., Untarti, R., Jazuli, A., & Jaelani, A. (2025). Mathematics in the AI Era: The Effectiveness of ChatGPT in Helping Students Solve HOTS Problems. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 11(November), 191–204. <https://doi.org/10.30595/alphamath.v11i2.28261>
- Karaali, G. (2023). Artificial Intelligence, Basic Skills, and Quantitative Literacy. *Numeracy*, 16(1). <https://doi.org/10.5038/1936-4660.16.1.1438>
- Li, J., & Feng, Q. (2025). Research on Dual Impact of AI-VR Integrated Immersive STEM Teaching Model on Learning Motivation and Academic Performance. In *Proceedings of the 2nd Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area Education Digitalization and Computer Science International Conference ,EDCS 2025* (Vol. 1, Nomor 1). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3746469.3746515>
- McGalliard, W., & Otten, S. (2025). AI Responses to Challenging Problems and Educator Responses to AI Availability. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11(2), 319–332. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00167-4>
- Morales-Morales, J., Ogueda-Oliva, A., Caiseda, C., & Seshaiyer, P. (2025). Enhancing pedagogical practices with Artificial Neural Networks in the age of AI to engage the next generation in Biomathematics. *Bulletin of Mathematical Biology*, 87(10), 1–24.

- <https://doi.org/10.1007/s11538-025-01511-4>
- Nikolic, S., Vu, B. A., Di, Y., Heath, A., Phung, S. L., Lu, X., Hastie, D., Islam, M. R., Tran, L. C., & Stappenbelt, B. (2026). Generative Artificial Intelligence (GenAI) 24x7 Tutor: A simulation of the capability of ChatGPT, Wolfram GPT and Tutor Me GPT to accurately and effectively tutor engineering and math content. *STEM Education*, 6(1), 56–83. <https://doi.org/10.3934/steme.2026004>
- Oh, S. (2025). Integration of MATH41 and Generative AI in Pre-Service Mathematics Teacher Education: An Empirical Study on Lesson Design Competency. *IEEE Access*, 13(July), 128959–128973. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3586593>
- Parra, V., Sureda, P., Corica, A., Schiaffino, S., & Godoy, D. (2024). Can Generative AI Solve Geometry Problems? Strengths and Weaknesses of LLMs for Geometric Reasoning in Spanish. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 65–74. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.009>
- Patrick, P. M., Yip, S. Y., & Campbell, C. (2025). Artificial Intelligence and Higher-Order Thinking: A Systematic Review of Educator and Student Experiences and Perspectives in Higher Education. *Higher Education Quarterly*, 79(4), 1–19. <https://doi.org/10.1111/hequ.70069>
- Pepin, B., Buchholtz, N., & Salinas-Hernández, U. (2025). A Scoping Survey of ChatGPT in Mathematics Education. In *Digital Experiences in Mathematics Education* (Vol. 11, Nomor 1). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00172-1>
- Ponticorvo, M., Schembri, M., & Miglino, O. (2022). Training and assessing numerical abilities across the lifespan with intelligent systems: The example of Baldo. *Expert Systems*, 39(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/exsy.12817>
- Rachman, M. I., & Sadikin, A. (2024). Tren Publikasi Asuransi Siber: Evaluasi Melalui Lensa PRISMA dalam Literatur Ilmiah. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research Volume*, 4(4), 1–18.
- Saputra, H., Utami, L. F., & Purwanti, R. D. (2023). Era Baru Pembelajaran Matematika: Menyongsong Society 5.0. *Indiktika: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(2), 146–157. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v5i2.11155>
- Şimşek, A. C., Anders, G., Göth, J., Specht, L., & Huff, M. (2025). Is ChatGPT a good study companion? The role of AI-generated summaries and reflective prompts in learning from educational videos. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9(June). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100512>
- Stamenkova, R. (2025). Large Language Models: a Tool for Solving Mathematical Problems in High School. *Annual of Sofia University "St. Kliment Ohridski" Faculty of Mathematics and Informatics*, 112, 165–183. <https://doi.org/10.60063/gsu.fmi.112.165-183>
- Susilawati, W., Sharov, S., Pasqa, M., & Malik, H. (2025). Integrating realistic mathematics education, AI, and gamification to enhance students' learning motivation and problem-solving skills. *Journal on Mathematics Education*, 16(4), 1257–1282. <https://doi.org/10.22342/jme.v16i4.pp1257-1282>
- Tasya Aulia Faisal, Rusi Ulfa Hasanah, & Rindi Fatmawati. (2024). Systematic Literatur Review (SLR): Analisis Problematika Mahasiswa Pendidikan Matematika Pada Mata Kuliah Analisis Real. *Student Scientific Creativity Journal*, 2(3), 42–51. <https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v2i3.3129>
- Udias, A., Alonso-Ayuso, A., Alfaro, C., Algar, M. J., Cuesta, M., Fernández-Isabel, A., Gómez, J., Lancho, C., Cano, E. L., Martín de Diego, I., & Ortega, F. (2024). ChatGPT's performance in university admissions tests in mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(4). <https://doi.org/10.29333/iejme/15517>
- Vintere, A., Safiulina, E., & Panova, O. (2024). Ai-

Based Mathematics Learning Platforms in Undergraduate Engineering Studies: Analyses of User Experiences. *Engineering for Rural Development*, 23, 1042–1047. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF216>

Voskoglou, M. G., & Salem, A. B. M. (2020). Benefits and limitations of the artificial with respect to the traditional learning of mathematics. *Mathematics*, 8(4), 1–15.

<https://doi.org/10.3390/math8040611>

Yunianto, W., Lavicza, Z., Kastner-Hauler, O., & Houghton, T. (2024). Investigating the use of ChatGPT to solve a GeoGebra based mathematics+computational thinking task in a geometry topic. *Journal on Mathematics Education*, 15(3), 1027–1052. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i3.pp1027-1052>