

Perkembangan Penelitian Artificial Intelligence Dalam Pendidikan Matematika Sekolah Dasar: Tinjauan Literatur Sistematis

Nila Khoirotun Ni'mah, Universitas PGRI Madiun

Dea Adinda Febrianti✉, Universitas PGRI Madiun

Naura Yumna Nadhifa, Universitas PGRI Madiun

Syalwa Revalanisa Putri, Universitas PGRI Madiun

Felya Octaprianti, Universitas PGRI Madiun

Najwatul Aqilah, Universitas PGRI Madiun

✉ dea_2402101118@mhs.unipma.ac.id

Abstract: The rapid development of Artificial Intelligence (AI) has transformed mathematics education by enabling more adaptive, personalized, and data-driven learning. However, systematic evidence on AI implementation specifically at the elementary school level remains limited. This study analyzes research trends, technologies used, contributions, and challenges of AI in elementary mathematics education through a Systematic Literature Review following PRISMA 2020 guidelines. Literature was retrieved from Google Scholar and screened using predefined inclusion and exclusion criteria, yielding 32 eligible articles published between 2020 and 2024, analyzed through narrative synthesis. Findings show a growing research trend, with ChatGPT, Gemini, Intelligent Tutoring Systems, Adaptive Learning, Learning Analytics, and Machine Learning as the most frequently used technologies. AI implementation improves conceptual understanding, learning achievement, motivation, engagement, and Higher Order Thinking Skills (HOTS). However, teachers' digital competence, technological infrastructure, digital literacy, and ethical and data security issues remain major barriers.

Keywords: Artificial intelligence, Mathematics education, Elementary School, Educational technology

Abstrak: Perkembangan Artificial Intelligence (AI) telah mendorong transformasi pembelajaran matematika melalui pengalaman belajar yang lebih adaptif, personal, dan berbasis data. Namun, kajian sistematis mengenai implementasinya di jenjang sekolah dasar masih terbatas. Penelitian ini menganalisis tren penelitian, teknologi yang digunakan, dampak implementasi, serta tantangan AI dalam pembelajaran matematika sekolah dasar melalui metode Systematic Literature Review (SLR) berdasarkan pedoman PRISMA 2020. Literatur diperoleh dari Google Scholar dan diseleksi menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi, menghasilkan 32 artikel yang dipublikasikan pada 2020–2024, dianalisis dengan teknik narrative synthesis. Hasil kajian menunjukkan tren penelitian yang terus meningkat, dengan ChatGPT, Gemini, Intelligent Tutoring System (ITS), Adaptive Learning, Learning Analytics, dan Machine Learning sebagai teknologi yang paling banyak digunakan. Implementasi AI berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep, hasil belajar, motivasi, keterlibatan peserta didik, dan Higher Order Thinking Skills (HOTS). Namun, keterbatasan kompetensi digital guru, infrastruktur teknologi, literasi digital, serta isu etika dan keamanan data masih menjadi tantangan utama.

Kata kunci: Artificial intelligence, Pembelajaran matematika, Sekolah Dasar, Teknologi pendidikan



PENDAHULUAN

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan. Dalam pembelajaran matematika, AI menawarkan peluang untuk menciptakan proses belajar yang lebih adaptif melalui kemampuan menganalisis data, mengidentifikasi karakteristik belajar peserta didik, serta menyesuaikan materi dan strategi pembelajaran sesuai kebutuhan masing-masing individu. Pemanfaatan teknologi ini memungkinkan pengalaman belajar yang lebih personal, interaktif, dan efektif dibandingkan pendekatan pembelajaran konvensional.

Beragam teknologi berbasis AI, seperti *Intelligent Tutoring System* (ITS), *Adaptive Learning System*, ChatGPT, dan MathGPT, telah dikembangkan untuk mendukung proses pembelajaran matematika. Teknologi tersebut mampu menyajikan materi sesuai tingkat penguasaan peserta didik, memberikan umpan balik secara langsung, membantu penyelesaian masalah secara bertahap, serta memvisualisasikan konsep-konsep yang bersifat abstrak. Karakteristik tersebut tidak hanya mempermudah pemahaman konsep matematika, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan motivasi, kemandirian belajar, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Pemanfaatan AI memiliki relevansi yang kuat dalam pembelajaran geometri. Karakteristik materi geometri yang menuntut kemampuan visualisasi dan penalaran spasial dapat difasilitasi melalui simulasi interaktif yang dihasilkan oleh teknologi AI. Visualisasi dinamis memungkinkan peserta didik mengeksplorasi sifat-sifat bangun geometri secara lebih konkret sehingga proses konstruksi konsep berlangsung lebih bermakna. Kondisi ini selaras dengan teori perkembangan berpikir geometri Van Hiele yang menempatkan pengalaman visual dan eksploratif sebagai bagian penting dalam perkembangan kemampuan berpikir geometri peserta didik.

Sejumlah penelitian melaporkan bahwa implementasi AI memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran matematika. Anwar dan Soebagyo (2025) menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT membantu peserta didik memahami konsep matematika sekaligus meningkatkan kemandirian belajar. Arifin dkk. (2025) menemukan bahwa pembelajaran berbasis AI berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis. Mohamed dkk. (2022) melaporkan bahwa sistem pembelajaran adaptif berbasis AI mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui penyesuaian materi berdasarkan kebutuhan peserta didik. Sementara itu, Lopez dkk. (2025) mengungkapkan bahwa MathGPT mendukung peningkatan prestasi belajar melalui proses penyelesaian masalah yang lebih interaktif. Temuan tersebut diperkuat oleh Pane et al. (2017), Luckin et al. (2016), Holmes et al. (2019), serta Heffernan dan Heffernan (2014) yang menyatakan bahwa AI mampu menghadirkan pembelajaran yang lebih personal, meningkatkan keterlibatan peserta didik, dan menyediakan umpan balik secara cepat. Hasil penelitian Siagian dan Sofiyah juga menunjukkan bahwa penerapan AI pada pendidikan dasar berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar, kompetensi, dan kreativitas peserta didik melalui sistem pembelajaran adaptif maupun tutor virtual.

Di balik berbagai potensi tersebut, implementasi AI dalam pendidikan masih menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu kendala utama berkaitan dengan kesiapan pendidik dalam memanfaatkan AI sebagai bagian dari proses pembelajaran. Perbedaan kompetensi digital, pengalaman penggunaan teknologi, serta terbatasnya pelatihan menjadi faktor yang memengaruhi optimalisasi pemanfaatan AI di sekolah (Harnawati, 2024). Selain itu, keterbatasan infrastruktur digital, kesenjangan akses teknologi, serta isu etika, keamanan data, dan perlindungan privasi juga menjadi perhatian penting dalam penerapan AI di lingkungan pendidikan (Zawacki-Richter et al., 2019; UNESCO, 2021). Oleh karena itu, implementasi AI memerlukan dukungan kebijakan, peningkatan kompetensi sumber daya manusia, serta kolaborasi antara pemerintah, lembaga

pendidikan, dan pengembang teknologi agar pemanfaatannya berlangsung secara efektif dan berkelanjutan.

Meningkatnya jumlah publikasi mengenai AI menunjukkan bahwa topik ini semakin berkembang dalam penelitian pendidikan. Berbagai studi telah mengkaji pemanfaatan AI untuk meningkatkan hasil belajar, motivasi, efektivitas pembelajaran, maupun pengembangan media pembelajaran. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada satu jenis teknologi AI atau dilakukan pada jenjang pendidikan yang berbeda-beda, sehingga belum memberikan gambaran menyeluruh mengenai implementasi AI dalam pembelajaran matematika sekolah dasar. Kajian yang secara khusus memetakan perkembangan penelitian AI pada konteks tersebut masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian yang mengintegrasikan berbagai jenis teknologi AI dengan pengembangan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele, serta implementasi pembelajaran berdiferensiasi dalam Kurikulum Merdeka juga belum banyak ditemukan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan akan kajian yang mampu menyajikan sintesis komprehensif mengenai arah perkembangan penelitian AI dalam pembelajaran matematika sekolah dasar.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pemetaan sistematis terhadap perkembangan penelitian *Artificial Intelligence* dalam pembelajaran matematika sekolah dasar selama periode 2020–2024. Kajian ini tidak hanya mengidentifikasi tren publikasi dan teknologi AI yang digunakan, tetapi juga menganalisis kontribusinya terhadap pengembangan HOTS, kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele, serta berbagai tantangan implementasi AI pada pembelajaran matematika di sekolah dasar. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru, peneliti, maupun pengambil kebijakan dalam merancang pembelajaran matematika yang inovatif, adaptif, dan selaras dengan perkembangan teknologi pendidikan.

Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Page et al., 2021). Melalui pendekatan tersebut, penelitian bertujuan mengidentifikasi bentuk-bentuk teknologi AI yang telah diterapkan dalam pembelajaran matematika, menganalisis kontribusinya terhadap pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan berpikir geometri peserta didik, mengidentifikasi tantangan implementasinya, serta memetakan arah perkembangan penelitian AI dalam pendidikan matematika sekolah dasar. Hasil sintesis ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan penelitian maupun praktik pembelajaran matematika yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Page et al., 2021). Pedoman tersebut dipilih karena menyediakan prosedur yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi dalam proses identifikasi, seleksi, evaluasi, hingga pelaporan artikel yang dikaji (Page et al., 2021).

Tahapan penelitian meliputi identifikasi permasalahan, pencarian literatur (*identification*), penyaringan artikel (*screening*), penilaian kelayakan (*eligibility*), penetapan artikel yang memenuhi kriteria (*included*), ekstraksi data, sintesis hasil, dan penarikan kesimpulan. Seluruh tahapan mengikuti alur kerja PRISMA sebagaimana dikembangkan oleh (Page et al., 2021).

Pencarian literatur dilakukan melalui Google Scholar sebagai basis data utama karena memiliki cakupan publikasi yang luas pada bidang pendidikan. Strategi penelusuran menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, yaitu *Artificial Intelligence*, *Artificial Intelligence in Mathematics Education*, *Artificial Intelligence AND Elementary School*, *AI Pembelajaran Matematika SD*, *ChatGPT*, *Mathematics Education*, *Adaptive Learning*, *Intelligent Tutoring System*, dan *Learning Analytics*. Kombinasi tersebut digunakan untuk memperoleh artikel yang relevan dengan

fokus penelitian.

Kriteria inklusi mencakup artikel yang dipublikasikan pada periode 2020–2024, tersedia dalam bentuk full text, diterbitkan pada jurnal ilmiah nasional maupun internasional yang melalui proses *peer review*, serta membahas implementasi *Artificial Intelligence* dalam pembelajaran matematika. Sebaliknya, skripsi, tesis, buku, prosiding yang tidak melalui proses *peer review*, artikel duplikat, dan publikasi yang tidak sesuai dengan tujuan penelitian dikeluarkan dari proses seleksi.

Tahap penyaringan dilakukan melalui penelaahan judul, abstrak, dan isi artikel. Selanjutnya, setiap artikel dievaluasi berdasarkan kesesuaian tujuan penelitian, metode yang digunakan, karakteristik subjek penelitian, jenis teknologi AI yang diterapkan, serta kelengkapan temuan penelitian. Artikel yang memenuhi seluruh kriteria kemudian diekstraksi menggunakan lembar ekstraksi data yang memuat identitas penelitian, metode penelitian, subjek, teknologi AI yang digunakan, temuan utama, dan implikasi penelitian.

Data dianalisis menggunakan teknik *narrative synthesis* dengan mengelompokkan artikel berdasarkan tahun publikasi, pendekatan penelitian, jenis teknologi *Artificial Intelligence*, karakteristik subjek penelitian, manfaat implementasi AI, tantangan penerapan, serta implikasinya terhadap pembelajaran matematika sekolah dasar. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengintegrasikan hasil penelitian yang memiliki karakteristik metode, konteks, dan fokus kajian yang beragam sehingga menghasilkan sintesis yang komprehensif mengenai perkembangan penelitian *Artificial Intelligence* dalam pembelajaran matematika sekolah dasar.

HASIL PENELITIAN

Proses seleksi literatur yang mengikuti pedoman PRISMA 2020 menghasilkan 32 artikel yang memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis lebih lanjut. Seluruh artikel tersebut dipublikasikan pada periode 2020–2024 dan berfokus pada implementasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran matematika.

TABEL 1. *Distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi*

Tahun	Jumlah artikel	Persentase (%)
2020	2	6,25
2021	8	25,00
2022	10	31,25
2023	10	31,25
2024	2	6,25
Total	32	100

Tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan jumlah publikasi sejak tahun 2020 hingga mencapai puncaknya pada tahun 2022 dan 2023 dengan masing-masing 10 artikel (31,25%). Jumlah publikasi pada tahun 2021 juga meningkat dibandingkan tahun sebelumnya, sedangkan artikel yang terbit pada tahun 2024 masih relatif sedikit karena periode publikasi yang dianalisis belum sepenuhnya berakhir pada saat proses penelusuran literatur dilakukan. Pola tersebut mengindikasikan bahwa penelitian mengenai pemanfaatan AI dalam pembelajaran matematika semakin berkembang dalam beberapa tahun terakhir.

Analisis terhadap artikel yang terpilih menunjukkan bahwa implementasi AI dalam pembelajaran matematika memanfaatkan beragam teknologi dengan fungsi yang berbeda. Teknologi yang paling sering digunakan meliputi ChatGPT, Gemini, *Intelligent Tutoring*

System (ITS), *Adaptive Learning*, *Learning Analytics*, *Machine Learning*, serta media pembelajaran berbasis AI.

TABEL 2. Distribusi jenis teknologi AI yang digunakan dalam artikel yang dianalisis

Jenis Teknologi AI	Deskripsi Penggunaan dalam Penelitian
ChatGPT	Digunakan sebagai asisten pembelajaran, pemberi umpan balik, dan pendukung pemecahan masalah matematika
Gemini	Digunakan untuk membantu penyajian materi, pencarian informasi, serta menghasilkan konten pembelajaran secara interaktif.
Intelligent Tutoring System (ITS)	Digunakan untuk memberikan pembelajaran adaptif sesuai kemampuan dan perkembangan peserta didik.
Adaptive Learning	Digunakan untuk menyesuaikan materi, tingkat kesulitan, dan aktivitas belajar berdasarkan kebutuhan individu peserta didik.
Learning Analytics	Digunakan untuk menganalisis data hasil belajar dan memantau perkembangan peserta didik selama proses pembelajaran.
Machine Learning	Digunakan untuk mendukung analisis pola belajar dan pengembangan sistem pembelajaran cerdas.
AI-Based Learning Media	Digunakan dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis Artificial Intelligence untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik.

Berdasarkan **Tabel 2**, ChatGPT, Gemini, ITS, dan *Adaptive Learning* merupakan teknologi yang paling dominan digunakan dalam penelitian. Keempat teknologi tersebut umumnya dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran adaptif, pemberian umpan balik secara langsung, penyelesaian masalah matematika, serta penyajian materi yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik.

Di samping itu, beberapa penelitian memanfaatkan *Learning Analytics* dan *Machine Learning* untuk menganalisis pola belajar serta mendukung pengambilan keputusan dalam proses pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI tidak lagi terbatas pada chatbot berbasis bahasa, tetapi telah berkembang ke arah sistem pembelajaran cerdas yang mampu mengintegrasikan analisis data, personalisasi pembelajaran, dan pengembangan media interaktif.

Berbagai penelitian yang dianalisis melaporkan bahwa penerapan AI memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran matematika di sekolah dasar. Dampak tersebut mencakup peningkatan hasil belajar, kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*), motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, personalisasi pembelajaran, kualitas umpan balik, serta efisiensi pelaksanaan pembelajaran.

TABEL 3. Dampak penerapan Artificial Intelligence dalam pembelajaran matematika sekolah dasar

Aspek Dampak	Temuan Hasil Sintesis
Hasil belajar	AI membantu meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar matematika peserta didik.
Higher Order Thinking Skills (HOTS)	AI mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, analisis, dan kreativitas.
Motivasi belajar	Penggunaan AI meningkatkan minat, motivasi, dan partisipasi aktif peserta didik dalam pembelajaran matematika.
Personalisasi pembelajaran	AI memungkinkan penyajian materi dan latihan yang disesuaikan dengan kemampuan serta kebutuhan belajar setiap peserta didik.
Umpan balik (feedback)	AI memberikan umpan balik secara cepat dan membantu peserta didik memperbaiki kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika.
Efisiensi pembelajaran	AI membantu guru dalam penyusunan materi, evaluasi pembelajaran, serta pengelolaan aktivitas belajar.

Secara umum, AI membantu peserta didik memahami konsep matematika melalui penyajian materi yang lebih adaptif, latihan yang sesuai dengan kemampuan individu, serta umpan balik yang diperoleh secara cepat. Kondisi tersebut mendorong peningkatan partisipasi peserta didik sekaligus mempermudah guru dalam menyusun materi, melaksanakan asesmen, dan memanfaatkan hasil belajar sebagai dasar pengambilan keputusan pembelajaran.

Temuan ini memperlihatkan bahwa manfaat AI tidak hanya dirasakan oleh peserta didik, tetapi juga mendukung guru dalam mengelola proses pembelajaran secara lebih efektif dan efisien.

Di samping berbagai manfaat yang ditawarkan, implementasi AI dalam pembelajaran matematika masih menghadapi sejumlah kendala. Tantangan tersebut meliputi kompetensi guru, kesiapan infrastruktur teknologi, literasi digital, aspek etika penggunaan AI, kesenjangan akses teknologi, serta dukungan kebijakan institusi.

TABEL 4. *Tantangan implementasi Artificial Intelligence dalam pembelajaran matematika sd*

Aspek Tantangan	Temuan Hasil Sintesis
Kompetensi guru	Sebagian artikel melaporkan bahwa guru masih memerlukan peningkatan kompetensi dalam memanfaatkan AI untuk perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran matematika
Infrastruktur teknologi	Keterbatasan perangkat digital, jaringan internet, dan fasilitas pendukung menjadi kendala dalam penerapan AI di sekolah dasar.
Literasi digital	Perbedaan tingkat literasi digital guru dan peserta didik memengaruhi efektivitas penggunaan teknologi AI dalam pembelajaran.
Etika dan keamanan data	Beberapa penelitian menyoroti pentingnya perlindungan data, keamanan informasi, serta penggunaan AI secara bertanggung jawab dalam lingkungan pendidikan.
Kesenjangan akses teknologi	Tidak semua sekolah memiliki akses yang sama terhadap teknologi AI sehingga implementasinya belum merata.
Kebijakan dan dukungan institusi	Implementasi AI memerlukan dukungan kebijakan sekolah, pelatihan berkelanjutan, serta penyediaan sarana dan prasarana yang memadai.

Berdasarkan hasil sintesis, keterbatasan kompetensi guru dalam memanfaatkan AI menjadi tantangan yang paling banyak dilaporkan. Kondisi tersebut diperkuat oleh keterbatasan perangkat digital, akses internet, dan fasilitas pendukung yang belum merata di berbagai sekolah. Selain faktor teknis, beberapa penelitian juga menyoroti pentingnya peningkatan literasi digital serta penyusunan pedoman etika penggunaan AI untuk menjamin keamanan data dan pemanfaatan teknologi secara bertanggung jawab.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AI tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, tetapi juga pada kesiapan sumber daya manusia, dukungan infrastruktur, dan kebijakan institusi pendidikan.

Sintesis terhadap artikel yang dianalisis menunjukkan bahwa penelitian mengenai AI dalam pembelajaran matematika berkembang cukup pesat, namun masih menyisakan beberapa ruang penelitian yang belum banyak dieksplorasi.

Sebagian besar penelitian dilakukan pada jenjang pendidikan menengah dan perguruan tinggi, sedangkan kajian yang secara khusus membahas pembelajaran matematika di sekolah dasar masih relatif terbatas. Kondisi serupa juga terlihat pada materi pembelajaran, di mana sebagian besar penelitian mengkaji matematika secara umum, sementara implementasi AI pada materi geometri sekolah dasar belum banyak dilaporkan.

Dari sisi teknologi, penelitian masih didominasi oleh penggunaan *Generative AI*, ChatGPT, dan *Intelligent Tutoring System*. Sebaliknya, pemanfaatan teknologi AI lainnya

yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar masih belum banyak dikembangkan.

Selain itu, mayoritas penelitian berfokus pada hasil belajar, motivasi belajar, dan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Kajian mengenai kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele, kemampuan spasial, komunikasi matematis, kreativitas matematis, maupun efektivitas implementasi AI melalui penelitian eksperimen jangka panjang masih relatif terbatas. Temuan tersebut menunjukkan bahwa masih tersedia peluang yang luas untuk mengembangkan penelitian mengenai implementasi AI dalam pembelajaran matematika sekolah dasar dengan fokus kajian yang lebih spesifik dan mendalam.

TABEL 5. Kesenjangan implementasi Artificial Intelligence dalam pembelajaran matematika sd

Aspek	Temuan Hasil Sintesis
Jenjang Pendidikan	Sebagian besar penelitian masih dilakukan pada jenjang pendidikan menengah dan perguruan tinggi, sedangkan penelitian yang secara khusus mengkaji implementasi AI pada pembelajaran matematika di sekolah dasar masih relatif terbatas.
Materi matematika	Penelitian lebih banyak membahas pembelajaran matematika secara umum, sementara kajian yang secara khusus berfokus pada materi geometri di sekolah dasar masih sedikit ditemukan.
Jenis teknologi AI	Sebagian besar penelitian memanfaatkan Generative AI, ChatGPT, dan Intelligent Tutoring System, sedangkan pemanfaatan teknologi AI lainnya dalam pembelajaran matematika sekolah dasar masih belum banyak dilaporkan.
Desain penelitian	Mayoritas penelitian berfokus pada pengembangan media, implementasi pembelajaran, atau studi literatur, sedangkan penelitian eksperimen jangka panjang mengenai efektivitas AI masih terbatas.
Aspek pembelajaran	Penelitian lebih banyak mengkaji hasil belajar, motivasi, dan HOTS, sedangkan kajian mengenai kreativitas matematis, komunikasi matematis, kemampuan spasial, dan perkembangan berpikir geometri masih relatif sedikit.

Berdasarkan hasil sintesis, penelitian mengenai Artificial Intelligence dalam pembelajaran matematika masih didominasi oleh kajian pada jenjang pendidikan menengah dan perguruan tinggi. Penelitian yang secara khusus mengkaji penerapan AI dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar, terutama pada materi geometri, masih terbatas.

Selain itu, hasil sintesis menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada pemanfaatan teknologi Generative Artificial Intelligence, ChatGPT, dan Intelligent Tutoring System (ITS). Sementara itu, penelitian mengenai pengembangan model pembelajaran berbasis AI yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar masih belum banyak ditemukan.

Temuan lainnya menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian mengukur dampak AI terhadap hasil belajar, motivasi belajar, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*). Sebaliknya, penelitian yang mengkaji pengaruh AI terhadap kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele, kemampuan komunikasi matematis, serta kemampuan spasial peserta didik sekolah dasar masih relatif terbatas.

Secara umum, hasil sintesis menunjukkan bahwa masih terdapat peluang yang luas untuk mengembangkan penelitian mengenai implementasi Artificial Intelligence dalam pembelajaran matematika sekolah dasar. Kesenjangan penelitian tersebut menjadi dasar dalam merumuskan arah penelitian selanjutnya dan akan dibahas lebih lanjut pada pembahasan.

PEMBAHASAN

Hasil sintesis menunjukkan bahwa penelitian mengenai *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran matematika mengalami peningkatan yang cukup signifikan selama periode

2020–2024. Kenaikan jumlah publikasi, terutama pada tahun 2022 dan 2023, mencerminkan semakin besarnya perhatian peneliti terhadap pemanfaatan AI sebagai inovasi dalam pembelajaran. Fenomena ini tidak terlepas dari pesatnya perkembangan teknologi berbasis *machine learning* dan *generative artificial intelligence* yang mendorong transformasi digital di berbagai jenjang pendidikan.

Peningkatan publikasi tersebut mengindikasikan bahwa AI tidak lagi dipandang sebagai teknologi pendukung semata, tetapi mulai diintegrasikan sebagai bagian dari strategi pembelajaran yang mampu mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik secara lebih adaptif. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa AI berkontribusi dalam penyediaan materi yang dipersonalisasi, pemantauan perkembangan belajar secara berkelanjutan, serta pemberian umpan balik yang lebih cepat dibandingkan pembelajaran konvensional. Temuan ini sejalan dengan UNESCO (2021) yang menegaskan bahwa AI berpotensi meningkatkan kualitas pendidikan apabila diterapkan secara etis, inklusif, dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik.

Meskipun demikian, distribusi penelitian masih belum merata. Sebagian besar kajian berfokus pada pendidikan menengah dan perguruan tinggi, sedangkan penelitian yang secara khusus mengkaji implementasi AI dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan penelitian pada jenjang sekolah dasar masih memiliki ruang yang luas, terutama karena karakteristik perkembangan kognitif peserta didik memerlukan pendekatan pembelajaran yang berbeda dengan jenjang pendidikan di atasnya.

Sintesis literatur memperlihatkan bahwa implementasi AI dalam pembelajaran matematika memanfaatkan berbagai teknologi, seperti ChatGPT, Gemini, *Intelligent Tutoring System* (ITS), *Adaptive Learning*, *Learning Analytics*, dan *Machine Learning*. Variasi teknologi tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan AI telah berkembang dari sekadar penyedia informasi menjadi sistem yang mampu mendukung proses pembelajaran secara lebih komprehensif.

ChatGPT dan Gemini banyak dimanfaatkan untuk membantu peserta didik memahami konsep, menjawab pertanyaan, serta memberikan alternatif penyelesaian masalah matematika. Sementara itu, ITS dan *Adaptive Learning* berperan dalam menyesuaikan materi, tingkat kesulitan soal, dan aktivitas belajar berdasarkan kemampuan masing-masing peserta didik. Di sisi lain, *Learning Analytics* dan *Machine Learning* digunakan untuk menganalisis data pembelajaran sehingga guru memperoleh informasi yang lebih akurat mengenai perkembangan belajar peserta didik.

Keberagaman fungsi tersebut menunjukkan bahwa AI tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran guru, melainkan memperkuat proses pembelajaran melalui penyediaan layanan yang lebih adaptif dan berbasis data. Dalam konteks ini, guru tetap memegang peran utama sebagai fasilitator yang mengarahkan peserta didik dalam memanfaatkan teknologi secara kritis dan bertanggung jawab.

Hasil sintesis memperlihatkan bahwa penerapan AI memberikan dampak positif terhadap berbagai aspek pembelajaran matematika, meliputi peningkatan hasil belajar, motivasi, keterlibatan peserta didik, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*). Dampak tersebut muncul karena AI mampu menyediakan pengalaman belajar yang lebih interaktif melalui visualisasi konsep, latihan yang adaptif, serta umpan balik yang diberikan secara langsung.

Kemampuan AI dalam menyesuaikan materi dengan karakteristik peserta didik memungkinkan proses belajar berlangsung lebih efektif. Peserta didik tidak hanya memperoleh jawaban atas suatu permasalahan, tetapi juga diarahkan untuk memahami langkah-langkah penyelesaian dan mengevaluasi proses berpikir yang dilakukan. Kondisi ini memberikan peluang bagi berkembangnya kemampuan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah sebagai komponen utama HOTS.

Temuan tersebut selaras dengan pendekatan pembelajaran abad ke-21 yang menempatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi sebagai kompetensi yang perlu dikembangkan. Oleh karena itu, AI akan memberikan manfaat yang optimal apabila digunakan sebagai sarana untuk memperkuat proses berpikir peserta didik, bukan sekadar menghasilkan jawaban secara instan.

Salah satu temuan penting dalam kajian ini adalah masih terbatasnya penelitian yang mengintegrasikan AI dengan pembelajaran geometri berdasarkan teori Van Hiele. Padahal, teori tersebut menjelaskan bahwa kemampuan berpikir geometri berkembang secara bertahap melalui proses visualisasi, analisis, pengurutan, deduksi, hingga penalaran formal.

Karakteristik AI yang mampu menghadirkan visualisasi dinamis dan simulasi interaktif berpotensi mendukung setiap tahap perkembangan berpikir geometri tersebut. Peserta didik dapat mengeksplorasi bentuk, sifat, maupun hubungan antarbangun secara lebih konkret sehingga konsep yang dipelajari tidak hanya dipahami secara prosedural, tetapi juga secara konseptual.

Meskipun demikian, hasil sintesis menunjukkan bahwa kajian mengenai integrasi AI dengan teori Van Hiele pada jenjang sekolah dasar masih sangat terbatas. Kondisi ini membuka peluang penelitian lanjutan untuk mengembangkan model pembelajaran geometri berbasis AI yang sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif peserta didik sekolah dasar.

Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa pemanfaatan AI memiliki keterkaitan yang kuat dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berpusat pada peserta didik, pembelajaran berdiferensiasi, dan penguatan kompetensi abad ke-21. Melalui kemampuan analisis data dan personalisasi pembelajaran, AI dapat membantu guru menyesuaikan materi, aktivitas belajar, maupun asesmen sesuai kebutuhan setiap peserta didik.

Selain mendukung proses pembelajaran, AI juga berpotensi meningkatkan efisiensi kerja guru, seperti dalam penyusunan perangkat ajar, penyusunan asesmen formatif, analisis hasil belajar, dan pemberian umpan balik. Namun, pemanfaatan teknologi tersebut perlu diimbangi dengan kompetensi digital yang memadai agar AI dimanfaatkan sebagai alat pendukung pembelajaran, bukan sebagai pengganti proses berpikir maupun interaksi antara guru dan peserta didik.

Meskipun menawarkan berbagai manfaat, implementasi AI masih menghadapi sejumlah tantangan. Sintesis penelitian menunjukkan bahwa kompetensi digital guru, keterbatasan infrastruktur teknologi, rendahnya literasi digital, isu etika, serta kesenjangan akses teknologi merupakan faktor yang paling sering dilaporkan sebagai penghambat penerapan AI di sekolah.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AI tidak hanya bergantung pada ketersediaan teknologi, tetapi juga dipengaruhi oleh kesiapan sumber daya manusia dan dukungan kebijakan pendidikan. Oleh sebab itu, diperlukan pelatihan yang berkelanjutan bagi guru, penyediaan infrastruktur digital yang memadai, serta penyusunan pedoman penggunaan AI yang memperhatikan aspek etika, keamanan data, dan perlindungan privasi.

Hasil penelitian ini memberikan beberapa implikasi bagi pengembangan pembelajaran matematika di sekolah dasar. Bagi guru, AI dapat dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Bagi sekolah, temuan ini dapat menjadi dasar dalam merancang kebijakan penguatan literasi digital serta integrasi AI ke dalam proses pembelajaran. Sementara itu, bagi peneliti selanjutnya, hasil sintesis ini menunjukkan perlunya penelitian yang lebih mendalam mengenai implementasi AI pada materi geometri, pengembangan kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele, kemampuan komunikasi dan kreativitas matematis, serta pengujian efektivitas AI melalui penelitian eksperimen jangka panjang pada jenjang sekolah dasar.

SIMPULAN

Kajian literatur sistematis ini menunjukkan bahwa penelitian mengenai *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran matematika sekolah dasar mengalami perkembangan yang cukup pesat selama periode 2020–2024. Peningkatan jumlah publikasi mencerminkan semakin luasnya pemanfaatan AI dalam mendukung proses pembelajaran matematika melalui berbagai teknologi, seperti ChatGPT, Gemini, *Intelligent Tutoring System* (ITS), *Adaptive Learning*, *Learning Analytics*, dan *Machine Learning*.

Perkembangan tersebut menunjukkan bahwa AI telah dimanfaatkan tidak hanya sebagai media pendukung pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih adaptif, personal, dan berbasis data.

Sintesis terhadap artikel yang dianalisis menunjukkan bahwa implementasi AI berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran matematika. Berbagai penelitian melaporkan bahwa AI mampu meningkatkan pemahaman konsep, hasil belajar, motivasi, keterlibatan peserta didik, serta pengembangan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Selain memberikan manfaat bagi peserta didik, AI juga mendukung guru dalam menyusun perangkat pembelajaran, melaksanakan asesmen, memberikan umpan balik secara lebih cepat, serta memanfaatkan data hasil belajar sebagai dasar pengambilan keputusan pembelajaran.

Meskipun demikian, implementasi AI di sekolah dasar masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain keterbatasan kompetensi digital guru, belum meratanya infrastruktur teknologi, kesenjangan literasi digital, serta isu etika dan keamanan data. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan integrasi AI tidak hanya ditentukan oleh perkembangan teknologi, tetapi juga oleh kesiapan sumber daya manusia, dukungan kebijakan, dan ketersediaan sarana pendukung yang memadai.

Kajian ini juga mengidentifikasi beberapa kesenjangan penelitian yang masih memerlukan perhatian. Penelitian mengenai implementasi AI pada pembelajaran matematika sekolah dasar, khususnya pada materi geometri yang dikaitkan dengan teori berpikir Van Hiele, masih relatif terbatas. Selain itu, kajian yang menguji efektivitas AI melalui penelitian eksperimen jangka panjang serta mengkaji pengaruhnya terhadap kemampuan komunikasi matematis, kreativitas matematis, dan kemampuan spasial juga belum banyak dilaporkan.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan, pemanfaatan, manfaat, tantangan, dan peluang pengembangan AI dalam pembelajaran matematika sekolah dasar. Hasil sintesis diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru, peneliti, dan pengambil kebijakan dalam merancang strategi integrasi AI yang lebih efektif, bertanggung jawab, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran matematika di sekolah dasar.

DAFTAR PUSTAKA

1. 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/ijsme.v8i1.24352>
2. Harnawati, H., & Hidayati, U. (2024). Persepsi Mahasiswa Calon Guru Matematika terhadap Pemanfaatan Teknologi Kecerdasan Buatan dalam Konteks Pembelajaran. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 4(1), 50–59. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i1.389>
3. Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). The ASSISTments ecosystem: Building a platform that brings scientists and teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), 470–497.
4. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
5. Lopez, G. I. P., Jagom, Y. O., & Kaluge, A. H. (2025). Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence MathGPT dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Matematika Siswa. *Leibniz: Jurnal Matematika*.
6. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. London: Pearson.
7. Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and Education: Guidance for Policy-Makers*. UNESCO: Paris.

8. Mohamed, M. Z., Hidayat, R., Suhaizi, N. N., Sabri, N. binti, Mahmud, M. K., & Baharuddin, S. N. (2022). Artificial Intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694.
9. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.
10. Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., Hamilton, L. S., & Pane, J. D. (2017). *Informing Progress: Insights on Personalized Learning Implementation and Effects*. RAND Corporation.
11. Siagian, S. K., & Sofiyah, K. (2024). Implementasi Artificial Intelligence dalam Mengembangkan Kemampuan Belajar, Kompetensi, dan Kreativitas Siswa Sekolah Dasar di Era Digitalisasi. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*, 4(1), 14–19. <https://doi.org/10.51878/educational.v4i1.2894>
12. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Article 39.