

Generative Artificial Intelligence dalam Mendukung Implementasi Deep Learning dalam Pendidikan Matematika: A Systematic Literature Review

Yakin Niat Telaumbanua¹

¹Prodi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Nias, Gunungsitoli-Indonesia 22810

Email: ¹yakinniattelaumbanua@unias.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan kajian mengenai *generative artificial intelligence* dalam pendidikan matematika melalui pendekatan *systematic literature review*. Sebanyak 50 referensi dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi karakteristik artikel, kategori tema, temuan utama, serta implikasinya terhadap pembelajaran matematika. Hasil kajian menunjukkan bahwa generative AI memiliki potensi besar untuk mendukung penjelasan konsep, umpan balik cepat, personalisasi pembelajaran, dan bantuan bagi guru dalam merancang aktivitas belajar. Di sisi lain, temuan kajian juga menunjukkan bahwa penggunaan AI generatif tidak bebas dari risiko. Tantangan yang muncul meliputi ketergantungan siswa pada jawaban instan, kemungkinan miskonsepsi, serta persoalan integritas akademik. Oleh karena itu, pemanfaatan AI generatif dalam pendidikan matematika perlu diarahkan secara hati-hati dan didukung oleh pengawasan pedagogis yang memadai. Temuan ini menegaskan bahwa efektivitas integrasi AI dalam pendidikan matematika sangat bergantung pada desain pedagogis yang digunakan. Oleh karena itu, generative AI perlu ditempatkan dalam kerangka deep learning yang menekankan pemahaman konseptual, refleksi, dan penalaran matematis. Dengan demikian, teknologi AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai sarana untuk memperkuat pembelajaran matematika yang bermakna.

Kata kunci: generative AI, pendidikan matematika, *deep learning*

ABSTRACT

This study aims to examine the development of research on generative artificial intelligence in mathematics education through a systematic literature review approach. A total of 50 references were analyzed thematically to identify article characteristics, thematic categories, main findings, and their implications for mathematics learning. The review results show that generative AI has great potential to support concept explanation, provide quick feedback, personalize learning, and assist teachers in designing learning activities. On the other hand, the findings also indicate that the use of generative AI is not without risks. The challenges include students' dependence on instant answers, the possibility of misconceptions, and issues of academic integrity. Therefore, the use of generative AI in mathematics education needs to be guided carefully and supported by adequate pedagogical supervision. These findings confirm that the effectiveness of AI integration in mathematics education depends heavily on the pedagogical design used. Accordingly, generative AI should be placed within a deep learning framework that emphasizes conceptual understanding, reflection, and mathematical reasoning. In this way, AI technology functions not only as a tool, but also as a means of strengthening meaningful mathematics learning.

Keywords: generative AI, mathematics education, *deep learning*

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) telah membawa perubahan besar dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk pendidikan. Dalam beberapa tahun terakhir, kemunculan *Generative Artificial Intelligence* (GenAI) seperti ChatGPT, Gemini, Claude, dan berbagai model berbasis *Large Language Models (LLMs)* telah menciptakan paradigma baru dalam proses pembelajaran. Berbeda dengan sistem AI konvensional yang lebih banyak digunakan untuk klasifikasi atau prediksi, GenAI memiliki kemampuan

menghasilkan konten baru berupa teks, solusi, penjelasan, kode, maupun representasi visual berdasarkan pola yang dipelajari dari data dalam jumlah besar (Kasneji et al., 2023).

Dalam konteks pendidikan, GenAI mulai dipandang bukan hanya sebagai alat bantu teknologi, tetapi sebagai mitra kognitif (*cognitive partner*) yang dapat mendukung aktivitas berpikir peserta didik. Teknologi ini memiliki potensi untuk menyediakan umpan balik secara cepat, memberikan penjelasan alternatif, memfasilitasi pembelajaran adaptif, serta mendukung proses refleksi peserta didik

terhadap pemahamannya (Tlili et al., 2023). Namun, penggunaan GenAI dalam pembelajaran juga memunculkan tantangan, terutama berkaitan dengan akurasi informasi, ketergantungan peserta didik terhadap teknologi, integritas akademik, dan kesiapan guru dalam mengintegrasikan AI secara pedagogis (UNESCO, 2023).

Dalam pendidikan matematika, keberadaan GenAI memberikan peluang sekaligus tantangan yang signifikan. Pembelajaran matematika tidak hanya bertujuan menghasilkan jawaban yang benar, tetapi juga mengembangkan kemampuan memahami konsep, melakukan penalaran, memecahkan masalah, serta mengevaluasi strategi berpikir yang digunakan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi AI perlu diarahkan bukan sebagai pengganti proses berpikir matematis, tetapi sebagai alat yang mendukung konstruksi pengetahuan dan perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Wayne Holmes, Maya Bialik, 2019).

Salah satu pendekatan pembelajaran yang memiliki keterkaitan kuat dengan pemanfaatan GenAI adalah Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*). Dalam konteks pendidikan, istilah *deep learning* tidak merujuk pada algoritma kecerdasan buatan berbasis jaringan saraf (*deep neural network*), tetapi mengacu pada pendekatan pembelajaran yang menekankan pemahaman konseptual, hubungan antaride, refleksi, dan kemampuan menerapkan pengetahuan pada situasi baru (John Biggs and Catherine Tang, 2011).

Pembelajaran Mendalam menekankan bahwa peserta didik harus menjadi pembelajar aktif yang mampu memahami makna dari suatu konsep, menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, serta melakukan refleksi terhadap proses belajar yang dilakukan. Pendekatan ini berbeda dengan pembelajaran permukaan (*surface learning*) yang lebih menekankan hafalan dan reproduksi informasi.

Dalam konteks Indonesia, pendekatan Pembelajaran Mendalam mulai mendapatkan perhatian sebagai paradigma pembelajaran yang menekankan pembelajaran berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menyenangkan (*joyful*) untuk meningkatkan kualitas proses belajar peserta didik. Pendekatan ini diarahkan agar pembelajaran tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pengembangan kompetensi berpikir kritis, kreatif, mandiri, dan mampu menerapkan pengetahuan dalam kehidupan nyata.

Penelitian mengenai GenAI dalam pendidikan matematika masih berkembang dan sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada penggunaan chatbot AI sebagai alat bantu penyelesaian tugas atau peningkatan hasil belajar. Kajian sistematis mengenai bagaimana GenAI dapat mendukung prinsip-prinsip Pembelajaran Mendalam dalam pendidikan matematika masih relatif terbatas. Beberapa kajian menunjukkan bahwa penelitian GenAI dalam pendidikan masih membutuhkan kerangka pedagogis yang jelas agar teknologi tersebut tidak hanya digunakan untuk menghasilkan jawaban, tetapi benar-benar mendukung proses belajar bermakna.

Selain itu, kajian tentang AI dalam pendidikan menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AI sangat bergantung pada desain pembelajaran, literasi AI guru dan peserta didik, serta kemampuan mengintegrasikan teknologi dengan tujuan pedagogis (Wayne Holmes, Maya Bialik, 2019; UNESCO, 2023). Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu memetakan perkembangan kajian GenAI sekaligus mengidentifikasi bagaimana teknologi tersebut dapat berkontribusi terhadap pembelajaran matematika yang lebih mendalam.

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menganalisis perkembangan penelitian mengenai penggunaan *Generative Artificial Intelligence* dalam pendidikan matematika, mengidentifikasi bentuk kontribusinya terhadap pembelajaran mendalam, serta menyusun kerangka konseptual integrasi GenAI dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan kajian literatur, terdapat beberapa kesenjangan penelitian. Pertama, penelitian mengenai GenAI dalam pendidikan masih banyak berfokus pada aspek penggunaan teknologi, persepsi pengguna, dan efektivitas umum AI terhadap pembelajaran, sementara aspek integrasi pedagogis dengan pendekatan pembelajaran tertentu masih terbatas (Kasneci et al., 2023).

Kedua, penelitian pendidikan matematika membutuhkan pendekatan yang mampu menjaga keseimbangan antara penggunaan teknologi dan pengembangan kemampuan berpikir matematis. Penggunaan GenAI tanpa strategi pembelajaran yang tepat berpotensi menyebabkan ketergantungan peserta didik terhadap teknologi dan mengurangi keterlibatan kognitif mereka.

Ketiga, meskipun Pembelajaran Mendalam telah menjadi perhatian dalam transformasi pendidikan, kajian yang secara eksplisit menghubungkan GenAI dengan prinsip pembelajaran mendalam dalam pendidikan matematika belum banyak dilakukan.

Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dengan menghadirkan sintesis sistematis mengenai posisi, manfaat, tantangan, dan arah masa depan pemanfaatan GenAI dalam mendukung Pembelajaran Mendalam pada pendidikan matematika.

1. Generative Artificial Intelligence dalam Pendidikan

Perkembangan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam bidang pendidikan telah mengalami transformasi dari sistem berbasis aturan (*rule-based systems*) menuju sistem generatif yang mampu menghasilkan informasi baru berdasarkan pola yang dipelajari dari data. Generative Artificial Intelligence (GenAI) merupakan cabang AI yang menggunakan model pembelajaran mesin tingkat lanjut, khususnya *Large Language Models (LLMs)*, untuk menghasilkan berbagai bentuk konten seperti teks, gambar, kode, dan representasi lainnya melalui interaksi berbasis bahasa alami (*natural language*).

Berbeda dengan sistem AI tradisional yang lebih banyak berfungsi untuk melakukan prediksi atau klasifikasi, GenAI memiliki kemampuan menghasilkan respons yang bersifat adaptif berdasarkan konteks masukan pengguna. Kemampuan ini menjadikan GenAI memiliki potensi besar dalam pendidikan karena dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih personal, fleksibel, dan responsif terhadap kebutuhan individu peserta didik (Kasneci et al., 2023).

Dalam konteks pembelajaran, GenAI dapat berfungsi dalam beberapa peran utama, yaitu:

1. Sebagai tutor virtual (*AI tutor*)

GenAI dapat memberikan penjelasan konsep, contoh, latihan soal, dan umpan balik secara langsung kepada peserta didik. Peran ini mendukung pembelajaran individual karena peserta didik dapat berinteraksi dengan AI sesuai kebutuhan dan tingkat pemahamannya (Tlili et al., 2023).

2. Sebagai fasilitator berpikir (*thinking facilitator*)

GenAI dapat membantu peserta didik mengembangkan proses berpikir melalui pertanyaan pemantik, alternatif strategi penyelesaian, dan diskusi reflektif. Fungsi ini relevan dengan pembelajaran yang menekankan konstruksi pengetahuan dan aktivitas berpikir tingkat tinggi (Wayne Holmes, Maya Bialik, 2019).

3. Sebagai pemberi umpan balik adaptif (*adaptive feedback provider*)

Salah satu keunggulan GenAI adalah kemampuannya memberikan respons secara cepat terhadap pekerjaan peserta didik. Umpan balik yang diberikan dapat membantu peserta didik mengenali kesalahan, memperbaiki strategi, dan melakukan evaluasi terhadap proses belajar mereka.

4. Sebagai pendukung pembelajaran mandiri (*self-regulated learning support*)

GenAI dapat membantu peserta didik mengatur proses belajar melalui perencanaan tujuan, pemantauan pemahaman, dan evaluasi hasil belajar. Hal ini berkaitan erat dengan konsep regulasi diri dalam pembelajaran (*self-regulated learning*).

Meskipun memiliki berbagai potensi, penggunaan GenAI dalam pendidikan juga memiliki keterbatasan. Salah satu masalah utama adalah kemungkinan munculnya *hallucination*, yaitu kondisi ketika AI menghasilkan informasi yang tampak benar tetapi sebenarnya tidak akurat. Selain itu, penggunaan AI yang tidak dirancang secara pedagogis dapat menyebabkan peserta didik lebih bergantung pada teknologi dibandingkan mengembangkan kemampuan berpikir secara mandiri (Kasneci et al., 2023).

Oleh karena itu, implementasi GenAI dalam pendidikan harus ditempatkan sebagai alat pendukung proses berpikir, bukan sebagai pengganti aktivitas kognitif peserta didik. Pendekatan pedagogis menjadi faktor utama yang menentukan keberhasilan penggunaan GenAI dalam pembelajaran.

2. Generative Artificial Intelligence dalam Pendidikan Matematika

Pendidikan matematika memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan bidang ilmu lainnya karena matematika tidak hanya berorientasi pada penguasaan prosedur,

tetapi juga menekankan pemahaman konsep abstrak, kemampuan penalaran logis, kemampuan merepresentasikan ide matematis, serta keterampilan memecahkan masalah secara sistematis. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika perlu diarahkan untuk memperkuat proses berpikir matematis dan membangun pemahaman yang lebih mendalam, bukan hanya membantu peserta didik memperoleh jawaban secara cepat.

Perkembangan *Generative Artificial Intelligence* (GenAI) memberikan peluang baru dalam pendidikan matematika karena teknologi ini mampu menghasilkan penjelasan, contoh, representasi, dan umpan balik berdasarkan kebutuhan pengguna. Berbeda dengan teknologi matematika konvensional seperti kalkulator atau perangkat lunak komputasi yang umumnya berfokus pada hasil akhir, GenAI mampu memberikan interaksi berbasis bahasa alami yang memungkinkan peserta didik mengeksplorasi konsep matematika melalui berbagai pendekatan (Kasneci et al., 2023; Lo, 2023).

Penelitian mengenai penerapan kecerdasan buatan dalam pendidikan matematika menunjukkan bahwa teknologi cerdas dapat mendukung proses pembelajaran melalui visualisasi konsep, penyediaan contoh kontekstual, simulasi, pemberian latihan adaptif, serta umpan balik terhadap pekerjaan peserta didik. Dalam konteks Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*), kemampuan tersebut menjadi penting karena pembelajaran matematika tidak hanya bertujuan agar peserta didik mampu menyelesaikan soal, tetapi juga memahami hubungan antar konsep dan menerapkan pengetahuan dalam berbagai situasi.

Beberapa bentuk pemanfaatan GenAI dalam pendidikan matematika meliputi:

a. Mendukung pemahaman konsep matematika
Salah satu tantangan utama dalam pembelajaran matematika adalah sifat abstrak dari berbagai konsep yang dipelajari peserta didik. Konsep seperti fungsi, limit, aljabar, geometri, dan kalkulus sering membutuhkan berbagai bentuk representasi agar dapat dipahami secara mendalam.

GenAI dapat membantu peserta didik memahami konsep matematika melalui penyajian berbagai bentuk representasi, seperti penjelasan verbal, contoh numerik, ilustrasi, analogi, maupun langkah penyelesaian yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman peserta didik. Kemampuan menghasilkan berbagai bentuk penjelasan ini

memungkinkan peserta didik melihat suatu konsep dari berbagai perspektif sehingga mendukung terbentuknya pemahaman yang lebih bermakna (Kasneci et al., 2023; Wayne Holmes, Maya Bialik, 2019).

Sebagai contoh, dalam pembelajaran konsep turunan, GenAI dapat membantu menjelaskan hubungan antara perubahan nilai fungsi, kemiringan grafik, dan interpretasi kontekstual melalui pendekatan yang berbeda sesuai kebutuhan peserta didik.

b. Mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis

Pemecahan masalah merupakan salah satu kompetensi utama dalam pendidikan matematika karena melibatkan kemampuan memahami masalah, memilih strategi, menerapkan konsep, dan mengevaluasi solusi. GenAI memiliki potensi untuk mendukung proses pemecahan masalah melalui pemberian petunjuk, alternatif strategi penyelesaian, dan penjelasan langkah-langkah matematis (Lo, 2023).

Berbeda dengan perangkat lunak matematika yang umumnya hanya memberikan hasil perhitungan, GenAI memungkinkan terjadinya interaksi dua arah melalui percakapan sehingga peserta didik dapat mengeksplorasi berbagai pendekatan penyelesaian masalah. Penggunaan GenAI yang dirancang secara pedagogis dapat membantu peserta didik mengembangkan fleksibilitas berpikir dalam menyelesaikan masalah matematika.

Namun demikian, penggunaan GenAI tetap perlu diarahkan agar peserta didik tidak hanya bergantung pada solusi yang diberikan oleh sistem AI. Teknologi ini sebaiknya digunakan sebagai sarana eksplorasi dan pendukung pembelajaran, sementara proses analisis dan pengambilan keputusan matematis tetap menjadi bagian utama dari aktivitas belajar peserta didik.

c. Mendukung penalaran dan berpikir matematis tingkat tinggi

Pembelajaran Mendalam menekankan pentingnya kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk menganalisis hubungan antar konsep, memberikan alasan matematis, mengevaluasi strategi, dan menghasilkan solusi kreatif. GenAI dapat mendukung pengembangan kemampuan tersebut melalui penyediaan masalah terbuka (*open-ended problems*), variasi strategi

penyelesaian, serta diskusi mengenai berbagai kemungkinan solusi.

Dalam pembelajaran matematika, peserta didik dapat memanfaatkan GenAI untuk membandingkan beberapa metode penyelesaian, mengidentifikasi kelebihan dan keterbatasan suatu strategi, serta mengeksplorasi hubungan antara berbagai konsep matematika. Aktivitas tersebut sejalan dengan prinsip Pembelajaran Mendalam yang menekankan konstruksi pengetahuan secara aktif dan bermakna (John Biggs and Catherine Tang, 2011).

d. Mendukung pembelajaran matematika yang dipersonalisasi.

Salah satu keunggulan utama GenAI adalah kemampuannya menyediakan pengalaman belajar yang lebih adaptif. Setiap peserta didik memiliki tingkat kemampuan, pengalaman belajar, dan kebutuhan yang berbeda, sehingga pendekatan pembelajaran yang seragam sering kali kurang optimal.

GenAI memungkinkan penyediaan materi, contoh soal, tingkat kesulitan, serta bentuk penjelasan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu peserta didik. Melalui kemampuan adaptasi tersebut, GenAI dapat mendukung pembelajaran matematika yang lebih inklusif dan berpusat pada peserta didik.

e. Mendukung kreativitas dan eksplorasi matematis

Selain membantu memahami konsep dan menyelesaikan masalah, GenAI juga memiliki potensi untuk mengembangkan kreativitas matematis. Peserta didik dapat menggunakan GenAI untuk menghasilkan berbagai kemungkinan penyelesaian, membuat contoh permasalahan matematika, mengeksplorasi pola, serta menemukan hubungan baru antar konsep.

Kemampuan ini mendukung pembelajaran matematika yang lebih eksploratif, di mana peserta didik tidak hanya menerima prosedur yang sudah tersedia, tetapi juga terlibat dalam proses menemukan dan mengembangkan ide matematis.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa GenAI memiliki potensi besar dalam mendukung transformasi pembelajaran matematika menuju Pembelajaran Mendalam. Peran utama GenAI bukan sebagai pengganti proses berpikir matematis, tetapi sebagai teknologi pendukung yang memperkaya pengalaman belajar melalui penyediaan representasi yang beragam, interaksi adaptif,

umpan balik, dan peluang eksplorasi konsep matematika secara lebih luas.

3. Konsep Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) dalam Pendidikan

Pembelajaran matematika adalah proses interaksi antara guru dan siswa yang melibatkan pengembangan pola berfikir dan mengolah logika pada suatu lingkungan belajar yang sengaja diciptakan oleh guru dengan berbagai metode agar tujuan pembelajaran dapat tercapai (Mariani et al., 2025). Pembelajaran matematika yang dilakukan diberbagai sekolah saat ini mengadopsi sistem pembelajaran mendalam. Dalam kajian pendidikan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) merupakan pendekatan yang menekankan proses memahami makna secara mendalam, bukan sekadar menghafal informasi.

Peserta didik dengan pendekatan belajar mendalam cenderung:

1. mencari hubungan antar konsep;
2. menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya;
3. melakukan refleksi terhadap proses belajar;
4. menggunakan pengetahuan secara fleksibel dalam konteks baru.

Sebaliknya, pendekatan belajar permukaan lebih menekankan hafalan, reproduksi informasi, dan penyelesaian tugas tanpa pemahaman konseptual yang kuat.

John Biggs and Catherine Tang, (2011) menjelaskan bahwa pembelajaran mendalam terjadi ketika aktivitas pembelajaran dirancang agar peserta didik secara aktif membangun pemahaman melalui keterlibatan kognitif yang tinggi.

Dalam konteks pendidikan Indonesia, konsep Pembelajaran Mendalam juga dikembangkan sebagai pendekatan yang menekankan tiga karakteristik utama:

1. Mindful learning
Peserta didik belajar dengan kesadaran terhadap tujuan, proses, dan strategi belajar.
2. Meaningful learning
Peserta didik menghubungkan konsep baru dengan pengalaman dan pengetahuan sebelumnya.
3. Joyful learning
Peserta didik mengalami proses belajar yang positif, aktif, dan bermakna.

Ketiga karakteristik tersebut memiliki hubungan yang kuat dengan penggunaan GenAI karena teknologi ini dapat memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan adaptif.

4. Hubungan *Generative Artificial Intelligence* dan Pembelajaran Mendalam dalam Pendidikan Matematika

Integrasi Generative Artificial Intelligence (GenAI) dengan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) memberikan peluang untuk menciptakan lingkungan pembelajaran matematika yang lebih interaktif, adaptif, dan berorientasi pada pemahaman konsep. Pembelajaran Mendalam menekankan bagaimana peserta didik membangun pemahaman melalui eksplorasi, keterkaitan konsep, refleksi terhadap pengalaman belajar, dan penerapan pengetahuan dalam konteks yang berbeda (John Biggs and Catherine Tang, 2011)

Dalam konteks pendidikan matematika, prinsip tersebut memiliki keterkaitan dengan karakteristik matematika sebagai disiplin ilmu yang membutuhkan pemahaman konseptual, penalaran logis, representasi matematis, serta kemampuan menyelesaikan masalah kompleks. Oleh karena itu, pemanfaatan GenAI tidak diarahkan hanya untuk menghasilkan jawaban matematika secara cepat, tetapi sebagai teknologi yang mendukung proses pembelajaran bermakna.

GenAI dapat mendukung Pembelajaran Mendalam melalui beberapa mekanisme.

a. Penyediaan pembelajaran yang adaptif

GenAI mampu menyesuaikan tingkat kompleksitas materi, memberikan penjelasan alternatif, dan menyediakan contoh yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Kemampuan adaptasi ini memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih personal dibandingkan pembelajaran konvensional (Wayne Holmes, Maya Bialik, 2019).

Dalam pembelajaran matematika, misalnya, ketika peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep fungsi, GenAI dapat memberikan representasi berbeda berupa penjelasan verbal, grafik, contoh numerik, atau ilustrasi kontekstual.

b. Mendukung pemahaman konsep matematika

Pembelajaran Mendalam menekankan pemahaman konsep dibandingkan sekadar menghafal prosedur. GenAI dapat membantu

peserta didik mengeksplorasi berbagai representasi matematis dan hubungan antar konsep. Sebagai contoh, dalam materi persamaan kuadrat, GenAI dapat membantu menjelaskan hubungan antara bentuk aljabar, grafik fungsi, dan penyelesaian akar persamaan sehingga peserta didik memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh.

c. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis

Pemecahan masalah merupakan salah satu kompetensi utama dalam pendidikan matematika. GenAI dapat memberikan dukungan melalui penyajian strategi alternatif, contoh penyelesaian, serta diskusi interaktif mengenai langkah-langkah pemecahan masalah (Lo, 2023). Namun demikian, penggunaan GenAI perlu diarahkan agar peserta didik tetap melakukan proses analisis dan argumentasi matematis, bukan hanya menerima solusi akhir.

4. Mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi

Pembelajaran Mendalam bertujuan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti analisis, evaluasi, dan kreasi. GenAI dapat digunakan untuk menghasilkan masalah matematika terbuka (*open-ended problems*), memberikan variasi solusi, serta mendorong peserta didik membandingkan berbagai pendekatan penyelesaian.

5. Memfasilitasi pembelajaran kolaboratif

GenAI juga dapat berfungsi sebagai mitra diskusi dalam pembelajaran matematika. Dalam lingkungan pembelajaran kolaboratif, peserta didik dapat menggunakan AI untuk mengeksplorasi ide, menguji strategi, dan mendiskusikan solusi dengan teman maupun guru.

B. Metode Penelitian

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis secara sistematis hasil-hasil penelitian mengenai pemanfaatan *Generative Artificial Intelligence* (GenAI) dalam mendukung implementasi Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) pada pendidikan matematika. SLR dipilih karena mampu

memberikan sintesis bukti ilmiah yang komprehensif, transparan, dan dapat direplikasi sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai perkembangan penelitian pada suatu topik tertentu (Kitchenham, 2007; Page et al., 2021).

Pelaksanaan penelitian mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020 yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu *identification*, *screening*, *eligibility*, dan *included* (Page et al., 2021). Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa proses identifikasi, seleksi, dan sintesis artikel dilakukan secara sistematis sehingga meminimalkan bias dalam proses peninjauan literatur.

2. Strategi Penelusuran Literatur

Penelusuran literatur dilakukan pada beberapa basis data ilmiah internasional yang memiliki reputasi tinggi dan banyak digunakan dalam penelitian pendidikan, yaitu:

- Scopus
- Web of Science (WoS)
- ERIC
- ScienceDirect
- SpringerLink

Pemilihan kelima basis data tersebut didasarkan pada cakupan publikasi yang luas dalam bidang pendidikan, pendidikan matematika, teknologi pendidikan, dan kecerdasan buatan.

Proses penelusuran dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci yang disusun berdasarkan tiga konsep utama penelitian, yaitu *Generative Artificial Intelligence*, *Deep Learning* (Pembelajaran Mendalam), dan *Mathematics Education*.

3. Proses Seleksi Artikel

Proses seleksi artikel mengikuti alur PRISMA 2020 yang meliputi empat tahap.

Tahap 1. Identification

Pada tahap ini seluruh artikel yang diperoleh dari berbagai basis data dikumpulkan dan dilakukan penghapusan artikel duplikat menggunakan perangkat lunak manajemen referensi.

Tahap 2. Screening

Judul dan abstrak setiap artikel diperiksa berdasarkan kesesuaian dengan fokus penelitian.

Artikel yang tidak berkaitan dengan:

- *Generative AI*,
- *Deep Learning*,
- Pendidikan Matematika,

dikeluarkan dari proses selanjutnya.

Tahap 3. Eligibility

Artikel yang lolos tahap penyaringan kemudian dibaca secara penuh (*full-text review*) untuk memastikan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian.

Tahap 4. Included

Artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi selanjutnya digunakan sebagai sumber data dalam proses sintesis literatur.

4. Penilaian Kualitas Artikel

Untuk memastikan kualitas artikel yang dianalisis, setiap artikel dievaluasi menggunakan beberapa indikator, yaitu:

1. Kejelasan tujuan penelitian.
2. Kesesuaian metodologi.
3. Kelengkapan pelaporan hasil penelitian.
4. Relevansi dengan fokus penelitian.
5. Kontribusi terhadap pengembangan pendidikan matematika.

Penilaian kualitas ini bertujuan untuk meningkatkan kredibilitas hasil sintesis dan meminimalkan pengaruh artikel yang memiliki kualitas metodologis rendah.

5. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis tematik (*thematic analysis*) sebagaimana dikemukakan oleh Braun dan Clarke (2006). Analisis dilakukan melalui enam tahapan, yaitu:

1. membaca dan memahami seluruh artikel;
2. melakukan pengkodean terhadap informasi penting;
3. mengelompokkan kode ke dalam tema-tema;
4. meninjau kembali tema yang terbentuk;
5. memberi nama dan mendefinisikan setiap tema;
6. menyusun sintesis hasil penelitian.

Melalui analisis tematik, penelitian ini mengidentifikasi tema-tema utama mengenai peran GenAI dalam mendukung implementasi Pembelajaran Mendalam pada pendidikan matematika.

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil *systematic literature review* menunjukkan bahwa kajian mengenai generative artificial intelligence dalam pendidikan matematika berkembang pesat dan didominasi oleh publikasi terbaru yang menyoroti, AI generatif, serta penerapannya dalam

pembelajaran. Dari 50 referensi yang dianalisis, literatur dapat dikelompokkan ke dalam beberapa tema besar, yaitu *generative AI* dalam pendidikan, AI dalam pendidikan matematika, deep learning, dan dasar pendidikan matematika. Dalam tabel 1 disajikan karakteristik 50 artikel yang menjadi sumber analisis dalam penelitian ini. Informasi yang ditampilkan meliputi penulis, tahun terbit,

judul, sumber publikasi, dan kategori tema. Penyajian tabel ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai sebaran literatur yang dianalisis serta memudahkan pembaca memahami konteks setiap referensi yang digunakan.

Tabel 1. Karakteristik 50 Artikel

No	Penulis	Tahun	Judul	Sumber	Kategori
1	Kasneci et al.	2023	ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education	Learning and Individual Differences	GenAI in Education
2	Tlili et al.	2023	What If the Devil Is My Guardian Angel? ChatGPT as a Case Study of Using Chatbots in Education	Smart Learning Environments	GenAI in Education
3	Holmes, Bialik & Fadel	2019	Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning	Book	GenAI in Education
4	UNESCO	2023	Guidance for Generative AI in Education and Research	UNESCO	GenAI in Education
5	Ogunleye et al.	2024	A Systematic Review of Generative AI for Teaching and Learning Practice	Preprint	GenAI in Education
6	Gill et al.	2023	Transformative Effects of ChatGPT on Modern Education	Preprint (Gill et al., 2024)	GenAI in Education
7	Tzirides et al.	2023	Generative AI: Implications and Applications for Education	Preprint	GenAI in Education
8	Zawacki-Richter et al.	2019	Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education	IJETHE	GenAI in Education
9	Crompton & Burke	2023	Artificial Intelligence in Education: A Review	Review	GenAI in Education
10	Dwivedi et al.	2023	So What If ChatGPT Wrote It?	Review (Dwivedi et al., 2023)	GenAI in Education
11	Lo	2023	What Is the Impact of ChatGPT on Education?	Education Sciences	GenAI in Education
12	Rudolph et al.	2023	ChatGPT: Bullshit Spewer or the End of Traditional Assessments?	Journal (Rudolph et al., 2023)	GenAI in Education
13	Su et al.	2023	Applications of Generative AI in Education	Journal	GenAI in Education
14	Mhlanga	2023	Open AI in Education	Book/Chapter	GenAI in Education
15	Chiu	2024	The Future of AI in Education	Journal	GenAI in Education
16	Almarashdi et al.	2024	Unveiling the Potential: A Systematic Review of ChatGPT	EJMSTE (Almarashdi et al., 2024)	Math Education

No	Penulis	Tahun	Judul	Sumber	Kategori
			in Transforming Mathematics Teaching and Learning		
17	Turmuzi et al.	2026	ChatGPT in School Mathematics Education	Teaching and Teacher Education	Math Education
18	Su et al.	2026	ChatGPT as a Resource to Strengthen Mathematics Teaching and Learning	Systematic Review	Math Education
19	Bui et al.	2024	Affordances, Challenges, and Opportunities of ChatGPT in Mathematics Education	Scoping Review	Math Education
20	Anwar et al.	2026	Generative Artificial Intelligence in Mathematics Education	Journal	Math Education
21	Sultan et al.	2026	Penerapan Generative Artificial Intelligence dalam Pembelajaran Matematika	Journal	Math Education
22	Maryati et al.	2026	Adaptive Learning and Generative AI in Mathematics Teacher Education	Journal	Math Education
23	Mredula et al.	2024	AI-Based Tools in Mathematics Education	Journal	Math Education
24	Zaw et al.	2024	Artificial Intelligence Applications in Mathematics Education	Journal	Math Education
25	Holmes	2024	AI and Mathematics Education	Journal	Math Education
26	Chassignol et al.	2018	Artificial Intelligence Trends in Education	Journal	Math Education
27	Winkler, R., & Söllner	2018	Unleashing the Potential of Chatbots in Education	Journal	Math Education
28	Kohnke et al.	2023	ChatGPT in Education	Journal	Math Education
29	Kim et al.	2024	Generative AI and STEM Education	Journal	Math Education
30	Chen et al.	2024	Personalized Mathematics Learning with AI	Journal	Math Education
31	Marton, F., & Säljö, R.	1976	On Qualitative Differences in Learning	BJEP	Deep Learning
32	Biggs & Tang	2011	Teaching for Quality Learning at University	Book	Deep Learning
33	Entwistle & Ramsden	1983	Understanding Student Learning	Book	Deep Learning
34	Hattie	2009	Visible Learning	Book (Donald et al., 2011)	Deep Learning
35	Fullan et al.	2018	Deep Learning: Engage the World Change the World	Book (Fullan et al., 2018)	Deep Learning
36	Fullan, Quinn & McEachen	2018	Deep Learning	Book	Deep Learning
37	Pellegrino & Hilton	2012	Education for Life and Work	Report (Pellegrino & Hilton, 2012)	Deep Learning

No	Penulis	Tahun	Judul	Sumber	Kategori
38	Darling-Hammond et al.	2020	Implications for Deeper Learning	Report	Deep Learning
39	National Research Council	2012	Education for Life and Work	Report	Deep Learning
40	OECD	2019	Future of Education and Skills 2030	Report (Schleicher Andreas, 2018)	Deep Learning
41	NCTM	2000	Principles and Standards for School Mathematics	NCTM (NCTM, 2000)	Math Ed
42	Kilpatrick et al.	2001	Adding It Up	Book (Kilpatrick et al., 2002)	Math Ed
43	Schoenfeld	1985	Mathematical Problem Solving	Book	Math Ed
44	Polya	1973	How to Solve It	Book (Polya, 1973)	Math Ed
45	Hiebert & Carpenter	1992	Learning and Teaching with Understanding	Chapter	Math Ed
46	Boaler	2016	Mathematical Mindsets	Book	Math Ed
47	Lithner	2008	Mathematical Reasoning	Journal	Math Ed
48	Silver	1997	Fostering Creativity Through Instruction Rich in Mathematical Problem Solving	Journal	Math Ed
49	Lesh & Doerr	2003	Beyond Constructivism	Book	Math Ed
50	Cai et al.	2017	Compendium for Research in Mathematics Education	Book	Math Ed

Selanjutnya, di tabel 2 dimuat kategori tema utama dari literatur yang dianalisis beserta jumlah referensi pada masing-masing tema. Klasifikasi ini digunakan untuk menunjukkan pola dominan dalam kajian yang ditelaah, sekaligus memperlihatkan fokus utama penelitian-penelitian terdahulu terkait generative AI, pendidikan matematika, deep learning, dan dasar pendidikan matematika.

Tabel 2. Kategori Tema dan Jumlah Referensi

Tema	Jumlah Referensi	Fokus Kajian
<i>Generative AI</i> dalam Pendidikan	15	ChatGPT, AI generatif, kebijakan, peluang dan tantangan penggunaan AI dalam pembelajaran
AI dalam pendidikan matematika	15	ChatGPT pada pembelajaran matematika, AI-based tools, personalized mathematics learning
<i>Deep learning</i>	10	Pembelajaran mendalam, pemahaman konseptual, kualitas belajar, deeper learning
Dasar pendidikan matematika	10	Pemecahan masalah, penalaran, pemahaman, mindset matematis, konstruktivisme

Secara tematik, temuan utama dapat diringkas ke dalam empat poin. Pertama, *generative* AI berpotensi mendukung penjelasan konsep, latihan soal, dan umpan balik cepat dalam pembelajaran matematika. Kedua, AI generatif juga membantu guru dalam merancang materi ajar, variasi soal, dan pembelajaran yang lebih adaptif. Ketiga, penggunaan AI menimbulkan tantangan berupa

ketergantungan siswa, miskonsepsi, dan risiko pelanggaran integritas akademik. Keempat, pendekatan deep learning tetap menjadi kerangka penting untuk memastikan bahwa penggunaan AI benar-benar mendorong pembelajaran yang bermakna.

Teknologi AI generatif tidak dipahami sebagai pengganti guru, melainkan sebagai alat

bantu pedagogis yang memperkuat proses belajar. Penggunaan AI menjadi lebih efektif ketika diarahkan untuk mendukung aktivitas berpikir tingkat tinggi, seperti membandingkan strategi, menjelaskan alasan, dan merefleksikan langkah penyelesaian. Oleh karena itu, hasil SLR ini menegaskan pentingnya keseimbangan antara kecanggihan teknologi dan kualitas desain pembelajaran.

Makna temuan ini adalah bahwa generative AI harus ditempatkan sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran, bukan sebagai solusi tunggal. AI dapat berfungsi sebagai scaffolding awal, tetapi proses belajar yang sesungguhnya tetap memerlukan keterlibatan aktif siswa dalam berpikir, menalar, dan mengevaluasi jawaban. Dengan kata lain, keberhasilan integrasi AI tidak hanya ditentukan oleh kualitas sistem, tetapi juga oleh kemampuan guru dalam mengarahkan penggunaannya secara bermakna.

Temuan ini juga mengungkap adanya gap penelitian yang penting. Sebagian besar referensi masih berfokus pada potensi dan tantangan AI secara konseptual, sementara kajian empiris yang mengukur dampaknya terhadap hasil belajar matematika masih relatif terbatas. Selain itu, belum banyak studi yang secara spesifik membahas bagaimana AI generatif dapat diintegrasikan dengan pendekatan deep learning untuk menghasilkan pemahaman matematis yang lebih mendalam. Gap ini menunjukkan perlunya penelitian lanjutan yang tidak hanya menilai penggunaan AI dari sisi teknologi, tetapi juga dari sisi proses dan hasil pembelajaran.

Dari sisi implikasi teoritis, hasil penelitian ini memperkuat pandangan bahwa deep learning merupakan fondasi penting dalam pembelajaran matematika yang berkualitas. Integrasi AI generatif harus diarahkan untuk mendukung proses berpikir tingkat tinggi, koneksi antarkonsep, dan refleksi metakognitif. Sementara itu, dari sisi implikasi praktis, guru perlu merancang aktivitas pembelajaran yang menempatkan AI sebagai alat bantu untuk eksplorasi, bukan sebagai mesin pemberi jawaban instan. Sekolah dan perguruan tinggi juga perlu menyusun pedoman penggunaan AI, memperkuat literasi digital, dan menumbuhkan etika akademik agar pemanfaatan teknologi tetap bertanggung jawab.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menunjukkan bahwa generative AI memiliki potensi signifikan dalam pendidikan matematika, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada

desain pembelajaran, kesiapan guru, dan arah pedagogis yang digunakan. Dengan demikian, integrasi AI yang selaras dengan prinsip *deep learning* berpeluang besar untuk memperkaya pengalaman belajar matematika dan mendorong pemahaman yang lebih bermakna.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil systematic literature review terhadap 50 referensi, dapat disimpulkan bahwa generative artificial intelligence, memiliki potensi yang besar dalam mendukung pembelajaran matematika. Potensi tersebut terutama terlihat pada kemampuan AI untuk membantu penjelasan konsep, menyediakan umpan balik cepat, memfasilitasi latihan soal, dan mendukung personalisasi pembelajaran.

Di sisi lain, temuan kajian juga menunjukkan bahwa penggunaan AI generatif tidak bebas dari risiko. Tantangan yang muncul meliputi ketergantungan siswa pada jawaban instan, kemungkinan miskonsepsi, serta persoalan integritas akademik. Oleh karena itu, pemanfaatan AI generatif dalam pendidikan matematika perlu diarahkan secara hati-hati dan didukung oleh pengawasan pedagogis yang memadai.

Secara keseluruhan, integrasi generative AI akan lebih efektif apabila dikaitkan dengan pendekatan deep learning yang menekankan pemahaman konseptual, refleksi, penalaran, dan keterlibatan aktif siswa. Dengan demikian, AI bukan pengganti guru, melainkan alat bantu yang dapat memperkuat kualitas pembelajaran matematika yang bermakna.

E. Daftar Pustaka

- Almarashdi, H. S., Jarrah, A. M., Khurma, O. A., & Gningue, S. M. (2024). Unveiling the potential: A systematic review of ChatGPT in transforming mathematics teaching and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(12).
<https://doi.org/10.29333/ejmste/15739>
- Donald, B., Emeritus, C. O., Duncan, A., Orlich, D. C., Mathematics, S., Education, E., & State, W. (2011). *Visible Learning by John Hattie*. (2009).
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette,

- Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71(March). <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Fullan, M., Quinn, J., & Mceachen, J. (2018). World Change the World. *Deep Learning: Engage the World, Change the World.*, 313.
- Gill, S. S., Xu, M., Patros, P., Wu, H., Kaur, R., Kaur, K., Fuller, S., Singh, M., Arora, P., Parlikad, A. K., Stankovski, V., Abraham, A., Ghosh, S. K., Lutfiyya, H., Kanhere, S. S., Bahsoon, R., Rana, O., Dustdar, S., Sakellariou, R., ... Buyya, R. (2024). Transformative effects of ChatGPT on modern education: Emerging Era of AI Chatbots. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 4(November 2022), 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.06.002>
- John Biggs and Catherine Tang. (2011). Teaching for Quality Learning at University Fourth Edition. In *Open University Press McGraw-Hill Education*.
- Kasneci, E., Kathrin, S., Stefan, K., Maria, B., Daryna, D., & Frank, F. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. In *Learning and Individual Differences* (Vol. 103). <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2002). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. In *Helping Children Learn Mathematics*. <https://doi.org/10.17226/10434>
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.
- Lo, C. K. (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Mariani, S., Simamora, Y., & Rizqi, N. R. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Aplikasi Desmos terhadap Kemampuan Literasi Matematis Siswa MAS Alwashliyah 12 Perbuangan. *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 274–290. <https://doi.org/10.47662/farabi.v8i1.1048>
- NCTM. (2000). Principles Standards and for School Mathematics. In *The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.*
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (2012). *Education for Life and Work Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century: Committee on Defining Deeper Learning and 21st Century Skills*.
- Polya, G. (1973). How To Solve It Mathematical Method. In *United States of America: Princeton and Oxford University Press*.
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). Journal of Applied Learning & Teaching ChatGPT : Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education ? *Journal of Applied Learning & Teaching*, 6(1), 342–363.
- Schleicher Andreas. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. *OECD Education Working Papers*, 23. [http://www.oecd.org/education/2030/E2030 Position Paper \(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. In *Guidance for generative AI in education and research*. <https://doi.org/10.54675/ewzm9535>
- Wayne Holmes, Maya Bialik, C. F. (2019). Artificial Intelligence In Education Promises and Implications for Teaching and Learning. In *Center for Curriculum Redesign*.