

Integrasi AI dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Mahasiswa Calon Guru

Integration of Artificial Intelligence in Mathematics Learning to Enhance Critical Thinking and Problem-Solving Skills of Pre-Service Teachers

Intan Nuramalia^{*1}, Andika Farhan Pratama²

^{1,2} Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Email: intanuram233@gmail.com

Received: 22-05-2026 Accepted: 30-05-2026 Published: 01-06-2026

Abstrak

Integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran matematika membuka peluang strategis untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi calon guru. Penelitian ini menganalisis efektivitas integrasi AI berbasis model Problem-Based Learning (PBL) terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis mahasiswa calon guru. Menggunakan desain quasi-experimental non-equivalent control group, 50 mahasiswa Pendidikan Matematika dibagi purposif menjadi dua kelompok masing-masing 25 orang. Kelompok eksperimen mengikuti PBL terintegrasi AI, kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Data dianalisis menggunakan independent sample t-test dan N-Gain. Hasil menunjukkan kelompok eksperimen memperoleh N-Gain kategori tinggi (0,72), unggul signifikan dibandingkan kelompok kontrol yang berkategori sedang (0,41), dengan $p < 0,05$. Peningkatan tercermin pada kemampuan menganalisis masalah, merancang strategi, mengevaluasi prosedur, dan merefleksikan hasil secara sistematis. Temuan menegaskan AI berperan sebagai thinking tool yang memperkuat eksplorasi dan refleksi matematis, sekaligus menawarkan kerangka pedagogis berbasis teknologi yang relevan untuk kurikulum pendidikan guru matematika.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan; Pembelajaran Berbasis Masalah; Berpikir Kritis; Pemecahan Masalah Matematis; Calon Guru Matematika

The integration of Artificial Intelligence (AI) in mathematics learning offers a strategic opportunity to develop higher-order thinking skills among pre-service teachers. This study analyzes the effectiveness of AI integration within a Problem-Based Learning (PBL) model on pre-service mathematics teachers' critical thinking and mathematical problem-solving abilities. Employing a quasi-experimental non-equivalent control group design, 50 mathematics education students were purposively divided into two groups of 25. The experimental group underwent AI-integrated PBL, while the control group received conventional instruction. Data were analyzed using independent sample t-test and N-Gain. Results indicate that the experimental group achieved a high N-Gain category (0.72), significantly outperforming the control group, which fell in the moderate category (0.41), with $p < 0.05$. Improvements were reflected in students' ability to analyze problems, devise strategies, evaluate procedures, and reflect on solutions systematically. These findings confirm that AI functions as a thinking tool that strengthens mathematical exploration and reflection, while offering a technology-based pedagogical framework relevant to pre-service mathematics teacher education curriculum.

Keywords: Artificial Intelligence; Problem-Based Learning; Critical Thinking; Mathematical Problem-Solving; Prospective Mathematics Teachers

Nuramalia, I., & Pratama, A. F. (2026). Integrasi AI dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Mahasiswa Calon Guru. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 2(2), 79-92. <https://doi.org/10.66031/jinea.v2i2.373>

Copyright ©2026 to the Author (s). Published by CV. Ihsan Cahaya Pustaka
This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



1. PENDAHULUAN

Perkembangan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam satu dekade terakhir telah mendorong transformasi signifikan dalam pendidikan tinggi, termasuk dalam pembelajaran matematika. AI tidak hanya berfungsi sebagai teknologi pendukung, tetapi telah berkembang menjadi bagian dari ekosistem pembelajaran yang memungkinkan terciptanya proses belajar yang adaptif, interaktif, dan berbasis data. Dalam konteks ini, AI memiliki potensi untuk mendukung analisis proses berpikir, memberikan umpan balik otomatis, serta memfasilitasi pembelajaran berbasis pemecahan masalah secara lebih sistematis (Crompton & Burke, 2023; Huang et al., 2021; Du et al., 2025).

Sejalan dengan perkembangan tersebut, pembelajaran matematika abad ke-21 menuntut penguatan keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya berpikir kritis dan pemecahan masalah. Salah satu pendekatan pedagogis yang relevan untuk menjawab tuntutan tersebut adalah Problem-Based Learning (PBL), yaitu model pembelajaran yang menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal dalam proses belajar. PBL mendorong mahasiswa untuk menganalisis masalah, merumuskan strategi, mengevaluasi solusi, dan merefleksikan proses berpikir secara mandiri maupun kolaboratif (Kim et al., 2022; Suryono et al., 2023).

Dalam perkembangan terbaru, PBL tidak lagi berdiri sendiri, tetapi dapat diperkuat melalui integrasi teknologi kecerdasan buatan. Integrasi PBL berbantuan AI (PBL-AI) memungkinkan mahasiswa untuk tidak hanya menyelesaikan masalah secara konvensional, tetapi juga memperoleh dukungan kognitif dari sistem AI dalam bentuk umpan balik otomatis, eksplorasi strategi alternatif, dan analisis langkah penyelesaian. AI dalam konteks ini berfungsi sebagai thinking tool yang memperkuat proses inkuiri dan refleksi dalam pembelajaran berbasis masalah (Aggarwal, 2023; Haguchi et al., 2026).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pendidikan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran melalui personalisasi, learning analytics, dan sistem adaptif yang mendukung proses berpikir tingkat tinggi (Kim et al., 2022; Yim & Su, 2025). Selain itu, AI juga terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa serta kemampuan pemecahan masalah melalui pembelajaran berbasis data dan umpan balik real-time (Sopacua et al., 2026; Du et al., 2025).

Namun demikian, berbagai studi juga menunjukkan bahwa efektivitas AI dalam pembelajaran sangat bergantung pada desain pedagogis yang digunakan. Tanpa integrasi yang tepat dalam kerangka pembelajaran, AI berisiko hanya menjadi alat bantu teknis tanpa memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Irfan & Ali, 2023). Oleh karena itu, integrasi AI harus dirancang dalam kerangka pedagogis yang kuat, salah satunya melalui model Problem-Based Learning (PBL).

Dalam konteks pendidikan calon guru matematika, kebutuhan akan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah menjadi semakin penting. Mahasiswa calon guru tidak hanya dituntut untuk memahami konsep matematika, tetapi juga mampu mengajarkannya melalui pendekatan yang reflektif, adaptif, dan berbasis teknologi. Oleh karena itu, integrasi PBL-AI menjadi relevan sebagai pendekatan pembelajaran yang menggabungkan penyelesaian masalah autentik dengan dukungan kecerdasan buatan sebagai alat bantu kognitif.

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji integrasi PBL berbantuan AI dalam pembelajaran matematika pada mahasiswa calon guru, terutama dalam kaitannya dengan pengembangan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara simultan, masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada implementasi AI secara umum atau PBL tanpa integrasi teknologi secara mendalam (Wijaya et al., 2026; Yim & Su, 2025).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh integrasi Problem-Based Learning berbantuan Artificial Intelligence (PBL-AI) dalam pembelajaran matematika terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa calon guru. Fokus penelitian ini adalah pada bagaimana AI berperan sebagai alat kognitif dalam memperkuat proses inkuiri PBL, serta dampaknya terhadap peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan model pembelajaran PBL-AI sebagai satu kesatuan sistem pedagogis, di mana AI tidak hanya digunakan sebagai alat bantu, tetapi sebagai bagian integral dari proses pemecahan masalah matematis. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi konseptual dan empiris dalam pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi yang lebih adaptif, reflektif, dan sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

2. METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan *desain quasi-experimental research* untuk menguji pengaruh integrasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam pembelajaran matematika terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa calon guru. Desain kuasi-eksperimen dipilih karena penelitian dilaksanakan pada kelas yang telah terbentuk secara alami, sehingga memungkinkan pengujian efektivitas perlakuan melalui perbandingan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran matematika berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi AI, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional tanpa integrasi AI. Pada kelompok eksperimen, AI digunakan sebagai *thinking tool* untuk membantu mahasiswa mengeksplorasi strategi penyelesaian, memverifikasi solusi, memperoleh umpan balik otomatis, dan merefleksikan proses berpikir matematis. Kedua kelompok diberikan pretest dan posttest untuk mengukur perubahan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis sebelum dan sesudah perlakuan.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O_1	X (PBL terintegrasi AI)	O_2
Kontrol	O_3	C (Pembelajaran konvensional)	O_4

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa calon guru matematika pada Program Studi Pendidikan Matematika yang berjumlah 50 mahasiswa. Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kesetaraan kemampuan akademik awal dan kesesuaian mata kuliah yang berkaitan dengan pemecahan masalah matematika. Populasi kemudian dibagi ke dalam dua kelompok yang relatif setara, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, masing-masing terdiri atas 25 mahasiswa.

Operasionalisasi Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan satu variabel bebas, yaitu integrasi AI dalam pembelajaran matematika, serta dua variabel terikat, yaitu kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis. Integrasi AI diterapkan melalui pembelajaran PBL dengan menempatkan AI sebagai thinking tool yang mendukung proses berpikir matematis mahasiswa. Pendekatan ini dinilai efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan pembelajaran berbasis pemecahan masalah (Aggarwal, 2023; Chiu, 2024; Kim et al., 2022).

Tabel 2. Operasionalisasi Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Deskripsi Operasional
Integrasi AI dalam pembelajaran matematika (X)	Penggunaan <i>AI-Thinking Tool</i>	AI digunakan untuk memberikan umpan balik otomatis, analisis langkah penyelesaian, eksplorasi strategi, dan refleksi jawaban
Kemampuan berpikir kritis (Y ₁)	Analisis, evaluasi, inferensi	Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis informasi matematis, mengevaluasi argumen, dan menarik kesimpulan
Kemampuan pemecahan masalah matematis (Y ₂)	Memahami masalah, merencanakan strategi, menyelesaikan masalah, evaluasi hasil	Kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematis secara sistematis berdasarkan tahapan Polya

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri atas dua jenis tes, yaitu:

- (1) Tes kemampuan berpikir kritis, berdasarkan indikator analisis, evaluasi, dan inferensi matematis yang merupakan bagian penting dari keterampilan berpikir tingkat tinggi abad ke-21
- (2) Tes kemampuan pemecahan masalah matematis, berdasarkan tahapan pemecahan masalah Polya yang meliputi memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan penyelesaian, dan mengevaluasi hasil.

Tabel 3. Kisi-Kisi Instrumen Penelitian

Variabel	Indikator	Deskripsi	Instrumen
Kemampuan berpikir kritis	Analisis	Kemampuan mengidentifikasi informasi, hubungan, dan konsep matematis dalam permasalahan	Soal uraian
	Evaluasi	Kemampuan menilai ketepatan strategi, prosedur, dan argumen matematis	
	Inferensi	Kemampuan menarik kesimpulan dan membuat keputusan berdasarkan data atau proses matematis	
Kemampuan pemecahan masalah matematis	Memahami masalah	Kemampuan mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan dalam masalah	Soal uraian
	Merencanakan strategi	Kemampuan menentukan langkah atau metode penyelesaian yang tepat	
	Melaksanakan penyelesaian	Kemampuan menerapkan strategi penyelesaian secara sistematis dan benar	
	Mengevaluasi hasil	Kemampuan memeriksa kembali dan menafsirkan hasil penyelesaian masalah	

Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Validitas instrumen dilakukan melalui expert judgment oleh ahli pendidikan matematika dan teknologi pembelajaran untuk memastikan kesesuaian indikator, isi, dan konstruksi soal dengan tujuan penelitian. Reliabilitas instrumen diuji menggunakan koefisien *Alpha Cronbach* dengan kriteria reliabel apabila nilai koefisien $> 0,70$.

Prosedur Pengumpulan Data

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap utama, yaitu:

- (1) Tahap Persiapan, meliputi pelaksanaan *pretest*, penyusunan instrumen penelitian, perangkat pembelajaran, dan rancangan pembelajaran matematika berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi AI.
- (2) Tahap Pelaksanaan *treatment*, yaitu penerapan pembelajaran matematika berbasis AI pada kelompok eksperimen, dan pembelajaran konvensional pada kelompok kontrol.
- (3) Tahap Evaluasi, dilakukan melalui *posttest* untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis setelah perlakuan diberikan.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik inferensial. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan uji normalitas dan homogenitas untuk memastikan kelayakan data. Pengujian hipotesis menggunakan *independent sample t-test* untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah antara kelompok eksperimen dan kontrol. Selain itu, peningkatan kemampuan mahasiswa dianalisis menggunakan *N-Gain score*.

Tabel 4. Kriteria Interpretasi N-Gain

Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Hasil analisis digunakan untuk menguji efektivitas integrasi AI dalam pembelajaran matematika terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa calon guru. AI diposisikan tidak hanya sebagai alat teknologi, tetapi juga sebagai strategi pedagogis yang mendukung pengembangan proses berpikir matematis secara sistematis dan reflektif (Du et al., 2025; Irfan & Ali, 2023; Sopacua et al., 2026).

**Gambar 1.** Kerangka Berpikir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran matematika terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa calon guru. Data penelitian diperoleh melalui hasil pretest dan posttest pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi AI, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional.

Deskripsi Hasil Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan kemampuan setelah proses pembelajaran. Namun, peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan

kelompok kontrol. Perbedaan tersebut terlihat pada rata-rata posttest dan nilai N-Gain sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Matematis

Variabel	Kelompok	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
Kemampuan Berpikir Kritis	Eksperimen	61,24	84,36	0,72	Tinggi
	Kontrol	60,88	71,12	0,41	Sedang
Kemampuan Pemecahan Masalah	Eksperimen	58,76	86,12	0,76	Tinggi
	Kontrol	59,04	72,48	0,45	Sedang

Berdasarkan Tabel 5, kelompok eksperimen memperoleh peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini terlihat dari nilai posttest dan N-Gain kelompok eksperimen yang berada pada kategori tinggi, sedangkan kelompok kontrol berada pada kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran matematika lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa calon guru.

Tabel 6. Hasil Uji Prasyarat Analisis

Jenis Uji	Berpikir Kritis (Sig.)	Pemecahan Masalah (Sig.)	Keterangan
Normalitas	0,200	0,173	Data berdistribusi normal
Homogenitas	0,312	0,287	Varians homogen

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$ pada kedua variabel, sehingga data berdistribusi normal. Selain itu, hasil uji homogenitas juga menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$ yang menandakan varians kedua kelompok homogen. Dengan demikian, data penelitian memenuhi syarat untuk dilakukan uji hipotesis menggunakan independent sample t-test.

Tabel 7. Hasil Uji Independent Sample t-Test

Variabel	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Berpikir Kritis	0,000	Signifikan
Pemecahan Masalah Matematis	0,000	Signifikan

Berdasarkan Tabel 8, hasil independent sample t-test menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ pada kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis. Hasil ini menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah perlakuan diberikan. Dengan demikian, integrasi AI dalam pembelajaran matematika terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa calon guru.

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran matematika melalui model Problem-Based Learning (PBL) memberikan

pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis mahasiswa calon guru. Kelompok eksperimen yang memperoleh pembelajaran berbasis AI menunjukkan peningkatan nilai posttest dan N-Gain yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Hasil uji statistik juga menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kedua kelompok setelah perlakuan diberikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknologi, tetapi juga sebagai thinking tool yang mendukung proses berpikir matematis secara sistematis, reflektif, dan adaptif.

Efektivitas Integrasi AI terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Integrasi AI dalam pembelajaran matematika berbasis PBL terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa secara signifikan (Du et al., 2025; Haguchi et al., 2026; Sopacua et al., 2026; Trisnawati et al., 2023). Dalam proses pembelajaran, AI berperan sebagai thinking partner sekaligus fasilitator kognitif yang menyediakan umpan balik otomatis, memverifikasi langkah penyelesaian, dan menawarkan alternatif strategi secara adaptif (Crompton & Burke, 2023; Aggarwal, 2023; Liu et al., 2021). Peran ini menggeser orientasi belajar mahasiswa dari sekadar mengejar jawaban akhir menuju keterlibatan aktif dalam proses analisis, evaluasi, dan inferensi matematis yang mendasari solusi. Mahasiswa terdorong untuk mengidentifikasi kesalahan secara mandiri dan merefleksikan strategi penyelesaian secara terstruktur, sehingga proses berpikir berkembang dari reseptif menuju reflektif dan argumentatif.

Integrasi AI dalam PBL memperkuat proses investigatif matematis melalui umpan balik berbasis proses yang cepat dan adaptif, sehingga mahasiswa lebih aktif mengevaluasi kesalahan dan memperbaiki strategi berpikir secara mandiri (Du et al., 2025; Haguchi et al., 2026; Irfan & Ali, 2023). Berpikir kritis itu sendiri berkembang melalui proses interpretasi, penalaran, dan evaluasi informasi secara mendalam (Alsaleh, 2020), dan pembelajaran berbasis pemecahan masalah terbukti efektif dalam memfasilitasi perkembangan tersebut (Suryono et al., 2023; Damar & Ananta, 2026). Lebih jauh, kolaborasi manusia dengan AI dalam pendidikan tinggi berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas proses berpikir dan pengambilan keputusan matematis mahasiswa (Kim et al., 2022; Sopacua et al., 2026; Haguchi et al., 2026; Sidik et al., 2025).

Pengaruh AI terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa pada kelompok eksperimen meningkat lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol secara konsisten pada seluruh tahapan Polya, yaitu memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan prosedur, dan mengevaluasi hasil (Du et al., 2025; Haguchi et al., 2026). Dalam proses pembelajaran, Artificial intelligence berperan sebagai sistem umpan balik berbasis proses yang memverifikasi langkah penyelesaian secara langsung, sehingga mahasiswa tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, tetapi juga pada kualitas proses berpikir matematis yang digunakan (Aggarwal, 2023; Crompton & Burke, 2023; Huang et al., 2021). Integrasi ini memperlihatkan bahwa AI mampu meningkatkan efektivitas pemecahan masalah melalui pendampingan kognitif yang adaptif dan berkelanjutan (Du et al., 2025; Haguchi et al., 2026; Liu et al., 2021).

Lebih lanjut, AI memberikan ruang bagi mahasiswa untuk mengeksplorasi berbagai alternatif strategi penyelesaian sekaligus mengidentifikasi kesalahan secara real-time. Mekanisme ini mendorong terjadinya refleksi terhadap proses penyelesaian, sehingga aspek metakognitif mahasiswa berkembang secara lebih optimal. Dalam konteks ini, AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi juga sebagai fasilitator kognitif yang memperluas proses eksplorasi dan evaluasi strategi pemecahan masalah matematis. Temuan ini sejalan dengan Adeyemi et al. (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan machine learning dalam pembelajaran matematika meningkatkan kualitas representasi matematis dan efektivitas penyelesaian masalah kompleks melalui proses analitis yang lebih terstruktur (Sidik et al., 2025).

Secara keseluruhan, integrasi AI dalam pemecahan masalah matematis tidak hanya mempercepat proses penyelesaian, tetapi juga memperdalam kualitas berpikir matematis mahasiswa melalui penguatan proses analisis, evaluasi, dan refleksi. AI memungkinkan pembelajaran berlangsung lebih adaptif karena menyediakan umpan balik berbasis proses yang mendukung perbaikan strategi secara mandiri. Dengan demikian, AI berfungsi sebagai fasilitator pengembangan higher-order thinking skills sekaligus memperkuat kemampuan representasi dan penalaran matematis mahasiswa calon guru (Du et al., 2025; Haguchi et al., 2026; Adeyemi et al., 2025; Sopacua et al., 2026; Sidik et al., 2025).

AI sebagai Thinking Tool dalam Pembelajaran Matematika

Hasil penelitian menunjukkan bahwa AI berperan sebagai thinking tool dalam pembelajaran matematika, bukan sekadar alat otomatisasi (Crompton & Burke, 2023; Kim et al., 2022; Huang et al., 2021). Dalam posisi ini, Artificial intelligence digunakan untuk mendukung proses berpikir mahasiswa melalui umpan balik analitis, verifikasi langkah penyelesaian, serta fasilitasi refleksi terhadap proses matematis. Mahasiswa tetap menjadi pusat pembelajaran, sementara AI berfungsi sebagai pendukung kognitif yang memperkuat penalaran matematis melalui interaksi berbasis proses, bukan sekadar hasil akhir.

Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas AI sangat ditentukan oleh desain pedagogis yang melandasinya. Dalam penelitian ini, penggunaan model Problem-Based Learning (PBL) memberikan ruang bagi mahasiswa untuk mengonstruksi pengetahuan melalui penyelesaian masalah kontekstual secara kolaboratif dan reflektif. AI berfungsi sebagai alat bantu berpikir yang memperkuat proses eksplorasi, evaluasi, dan refleksi terhadap solusi matematis yang dihasilkan mahasiswa. Menurut Irfan dan Ali (2023), keberhasilan integrasi AI dalam pendidikan bergantung pada desain pembelajaran yang kritis, reflektif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Liu et al., 2021; Hamal et al., 2022).

Lebih lanjut, kolaborasi mahasiswa dengan AI akan optimal apabila didukung desain pembelajaran yang terstruktur dan berorientasi pada penguatan berpikir tingkat tinggi (Kim et al., 2022; Suryono et al., 2023). AI meningkatkan kualitas pembelajaran melalui personalisasi, analisis data, dan umpan balik otomatis (Crompton & Burke, 2023; Aggarwal, 2023), serta mendukung pembelajaran adaptif melalui analisis kebutuhan belajar secara real-time (Huang et al., 2021; Liu et al., 2021). Dengan demikian, integrasi AI dalam pembelajaran matematika tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, tetapi juga pada kemampuan dosen dalam merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong

eksplorasi, refleksi, dan argumentasi matematis secara sistematis (Doroudi, 2023; Guan et al., 2020).

Kontribusi PBL Terintegrasi AI terhadap Pembelajaran Adaptif dan Reflektif

Integrasi Artificial intelligence dalam model Problem-Based Learning (PBL) menciptakan lingkungan pembelajaran yang adaptif, kolaboratif, dan reflektif (Huang et al., 2021; Crompton & Burke, 2023; Daga et al., 2026). Mahasiswa tidak hanya berfokus pada penyelesaian masalah, tetapi juga terlibat dalam evaluasi strategi, identifikasi kesalahan, serta refleksi sistematis terhadap proses penyelesaian yang dilakukan. AI memperkuat karakteristik PBL melalui umpan balik berbasis proses yang cepat dan akurat, sehingga pembelajaran menjadi lebih responsif terhadap kebutuhan individu dan mendukung transformasi pembelajaran matematika yang lebih personal, interaktif, dan berbasis data (Aggarwal, 2023; Liu et al., 2021; Sidik et al., 2025).

Dalam implementasinya, AI membantu mahasiswa memahami kesalahan konseptual dan prosedural secara lebih tepat melalui analisis langkah penyelesaian secara real-time. Kondisi ini mendorong mahasiswa untuk lebih aktif dalam proses investigasi, eksplorasi, dan refleksi matematis yang terstruktur. Dengan dukungan AI, mahasiswa dapat melakukan analisis, evaluasi, dan inferensi secara lebih sistematis, sehingga keterampilan berpikir tingkat tinggi berkembang lebih optimal (Sopacua et al., 2026; Du et al., 2025). Oleh karena itu, AI mendukung pembelajaran adaptif melalui analisis kebutuhan belajar secara real-time (Aggarwal, 2023), meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui pendekatan berbasis data yang interaktif (Huang et al., 2021), dan penguatan literasi AI menjadi bagian penting dalam pengembangan kompetensi abad ke-21 (Su et al., 2023; Yim & Su, 2025).

Lebih lanjut, keberhasilan integrasi AI dalam PBL tidak hanya berdampak pada peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, tetapi juga pada pengembangan kompetensi pedagogis mahasiswa calon guru yang relevan dengan tuntutan era digital (Traga Philippakos & Rocconi, 2025; Wijaya et al., 2026). AI memberikan pengalaman belajar yang tidak hanya bersifat matematis, tetapi juga reflektif dan etis dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran yang mendukung transformasi kualitas pembelajaran (Crompton & Burke, 2023; Huang et al., 2021). Hal ini memperkuat kebutuhan calon pendidik untuk memiliki literasi AI dan kemampuan mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran modern (Su et al., 2023; Sidik et al., 2025; Yim & Su, 2025). Dengan demikian, integrasi AI dalam PBL tidak hanya meningkatkan kualitas kognitif mahasiswa, tetapi juga memperkuat kesiapan mereka sebagai calon guru di era pendidikan berbasis teknologi (Rochmad et al., 2025; Daga et al., 2026).

Implikasi Integrasi AI bagi Mahasiswa Calon Guru Matematika

Integrasi Artificial intelligence dalam pembelajaran matematika memberikan implikasi penting bagi mahasiswa calon guru dalam menghadapi tuntutan pendidikan abad ke-21 (Traga Philippakos & Rocconi, 2025; Yim & Su, 2025). Mahasiswa tidak hanya mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, tetapi juga memperoleh pengalaman dalam mengintegrasikan AI sebagai bagian dari praktik pedagogis yang reflektif dan etis (Su et al., 2023; Sidik et al., 2025). Pengalaman ini memperkuat

kesiapan mereka dalam merancang pembelajaran matematika yang adaptif, berbasis data, serta berorientasi pada penguatan proses berpikir tingkat tinggi siswa.

Literasi AI menjadi kompetensi esensial yang harus dimiliki calon guru untuk memahami, mengevaluasi, dan memanfaatkan teknologi secara bertanggung jawab dalam konteks pembelajaran (Su et al., 2023; Traga Philippakos & Rocconi, 2025). Selain itu, pendidik dituntut memiliki kompetensi digital dan AI untuk mendukung inovasi pembelajaran serta pengembangan profesional berkelanjutan di era transformasi pendidikan (Rochmad et al., 2025; Sidik et al., 2025; Margareta et al., 2025). Dengan demikian, integrasi AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknologi, tetapi juga sebagai strategi pedagogis yang memperkuat kemampuan calon guru dalam mengembangkan pembelajaran matematika yang sistematis, adaptif, dan reflektif (Daga et al., 2026; Wijaya et al., 2026; Doroudi, 2023).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran matematika melalui model Problem-Based Learning (PBL) efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis mahasiswa calon guru dibandingkan pembelajaran konvensional. Peningkatan tersebut terlihat pada kemampuan mahasiswa dalam menganalisis masalah, menentukan strategi penyelesaian, mengevaluasi prosedur, serta merefleksikan hasil penyelesaian secara sistematis. Selain itu, pemanfaatan AI sebagai thinking tool mendukung terciptanya pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Penerapan PBL terintegrasi AI juga mendorong mahasiswa terlibat aktif dalam proses eksplorasi, investigasi, dan refleksi matematis melalui umpan balik yang cepat dan berbasis proses, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih bermakna dan kontekstual.

Efektivitas integrasi AI dalam pembelajaran matematika tidak hanya ditentukan oleh teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh desain pedagogis yang mendukung pembelajaran reflektif dan berbasis pemecahan masalah. AI berperan sebagai bagian dari strategi pembelajaran yang memperkuat konstruksi pengetahuan matematis dan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa calon guru. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengembangan pembelajaran matematika berbasis AI yang relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 serta perlunya implementasi AI pada berbagai konteks, jenjang, dan model pembelajaran untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai efektivitasnya dalam pendidikan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, L. A., Talakua, P., Maipauw, M. M., Wachidah, N. C., Sn, N., Natasari, P. S., Nasution, M. B. K., & Sidik, D. P. (2026). *Algoritma dan Pemrograman: Teori dan Praktik Modern*. CV Ihsan Cahaya Pustaka.
- Adeyemi, O. F., Xaviel, A. M., Fatqurhohman, F., & Bustanul, R. (2025). Machine Learning Evaluation of Junior High Student's Math Representations in Complex Problem-Solving Tasks. *SMARTH: Journal of Mathematics Education and Learning*, 1(2), 91-106. <https://doi.org/10.66031/smarth.v1i2.171>

- Aggarwal, D. (2023). Exploring the scope of artificial intelligence (AI) for lifelong education through personalised & adaptive learning. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network*, 41, 21–26. <https://doi.org/10.55529/jaimlenn.41.21.26>
- Alsaleh, N. J. (2020). Teaching critical thinking skills: Literature review. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 19(1), 21-39. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1239945>
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Daga, A. T., Darma, V. P., Istiarsyah, Prabowo, J., Palupi, T. N., Husaein, A., Panjaitan, M. M. J., Desfita, V., Fatqurhohman, F., & Susetyo, A. M. (2026). *Smart Learning Ecosystem: Inovasi Pembelajaran Kolaboratif dan Adaptif*. CV Ihsan Cahaya Pustaka.
- Damar, A., & Ananta, J. (2026). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa dalam Pembelajaran Berbasis Masalah: Studi Kasus di Sekolah Menengah Pertama. *SMARTH: Journal of Mathematics Education and Learning*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.66031/smarth.v2i1.300>
- Doroudi, S. (2023). The intertwined histories of artificial intelligence and education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(4). <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00313-2>
- Du, X., Du, M., Zhou, Z., et al. (2025). Facilitator or hindrance? The impact of AI on university students' higher-order thinking skills in complex problem solving. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00534-0>
- Fatqurhohman, F., Jatmikowati, T. E., & Suryaningrum, C. W. (2024). Kemampuan Pemecahan Masalah Peluang Pada Siswa SMP Berdasarkan Gender. *Numeracy*, 11(1), 115–127. <https://doi.org/10.46244/numeracy.v11i1.2612>
- Fatqurhohman, F., & Firdaus, H. P. E. (2024). Analysis of imperfection of mathematical identity in problem-solving. *Matematika dan Pembelajaran*, 12(2), 166–182. <https://doi.org/10.33477/mp.v12i2.8193>
- Fatqurhohman, F., & Huda, H. (2025). Implementation of Articulate Storyline learning media in cultivating students' character in the digital era. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 12(1), 11–22. <https://doi.org/10.24252/auladuna.v12i1a2.2025>
- Fatqurhohman, F., Syam, H., Puspasari, R., Niam, F., & Surur, A. M. (2025). STEM digital collaboration to enhance critical thinking skills of secondary school students: A literature review. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 1(1), 37–50. <https://doi.org/10.66031/jinea.112025.8>
- Fatqurhohman, F., Sujiwo, D., Indarsih, A., & Hidayati, H. (2026). Validasi Instrumen Asesmen Literasi Matematis untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama. *SMARTH: Journal of Mathematics Education and Learning*, 2(1), 11-22. <https://doi.org/10.66031/smarth.v2i1.301>
- Frenanto, A., Fatqurhohman, F., & Rhomdani, R. W. (2023). Identification of HOTS problem solving ability of high school students using two-tier diagnostic. *Journal of*

- Education and Learning Mathematics Research (JELMaR)*, 4(2), 120–126. <https://doi.org/10.37303/jelmar.v4i2.115>
- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4). <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
- Haguchi, M., Wachidah, N. C., Adi, G. S., Irawijayanti, F., & Fatqurhohman, F. (2026). The effect of artificial intelligence–based learning on students’ mathematical thinking in secondary education. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 2(1), 13–26. <https://doi.org/10.66031/jinea.v2i1.160>
- Hamengkubuwono, Asha, L., Warsah, I., Morganna, R., & Adhrianti, L. (2022). The effect of teacher collaboration as the embodiment of teacher leadership on educational management students’ critical thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 11(3). <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1315>
- Hamal, O., El Faddouli, N. E., Alaoui Harouni, M. H., & Lu, J. (2022). Artificial intelligent in education. *Sustainability*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/su14052862>
- Huang, J., Saleh, S., & Liu, Y. (2021). A review on artificial intelligence in education. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 10(3). <https://doi.org/10.36941/AJIS-2021-0077>
- Huang, L. (2023). Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection. *Science Insights Education Frontiers*, 16(2). <https://doi.org/10.15354/sief.23.re202>
- Irfan, M., & Ali, S. (2023). Integration of artificial intelligence in academia: A case study of critical teaching and learning in higher education. *Global Social Sciences Review*, VIII(I), 352–364. [https://doi.org/10.31703/gssr.2023\(VIII-I\).32](https://doi.org/10.31703/gssr.2023(VIII-I).32)
- Kim, J., Lee, H., & Cho, Y. H. (2022). Learning design to support student-AI collaboration: Perspectives of leading teachers for AI in education. *Education and Information Technologies*, 27(5). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10831-6>
- Liu, Y., Saleh, S., & Huang, J. (2021). Artificial intelligence in promoting teaching and learning transformation in schools. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*. <https://doi.org/10.53333/ijicc2013/15369>
- Margareta, L., Marheni, R. A., & Purwitasari, H. (2025). Evaluation of digital learning integration to improve junior high school students’ digital literacy. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 1(1), 19–28. <https://doi.org/10.66031/jinea.v1i1.21>
- Molin, L., & Godhe, A. L. (2020). Students’ critical analyses of prominent perspectives in a digital multimodal text. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 15(3). <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2020-03-02>
- Mukhtarom, M. A., & Yustinus, H. (2026). Analisis Pengaruh Efikasi Diri terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP dalam Pemecahan Masalah Bangun Datar. *SMARTH: Journal of Mathematics in Education and Learning*, 2(1), 47-58. <https://doi.org/10.66031/smarth.v2i1.314>
- Rochmad, C. S., Nasar, I., & Mujiono, M. (2025). The impact of artificial intelligence utilization on work efficiency and productivity of secondary school teachers. *JINEA:*

- Journal of Innovation in Education and Learning*, 1(3), 163–172. <https://doi.org/10.66031/jinea.v1i3.37>
- Sidik, D. P., Irawijayanti, F., & Fatqurhohman, F. (2025). The role of artificial intelligence in enhancing digital and data literacy among secondary school students: A systematic literature review. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 1(3), 173–188. <https://doi.org/10.66031/jinea.v1i3.38>
- Sidik, D. P., Rozak, A., Fatqurhohman, F., & Fatkurochman, H. (2025). Literature review of artificial intelligence in learning: Trends and opportunities. *RESET: Review of Education, Science, and Technology*, 1(1), 43–54. <https://doi.org/10.66031/reset.v1i1.19>
- Sopacua, F., Santosa, T. A., Aprianto, M. C., Dewanto, D., Safira, I., & Wijoyo, H. (2026). The impact of artificial intelligence integration on students' critical thinking and problem-solving skills in higher education. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan*, 7(1), 384–392. <https://doi.org/10.55583/jkip.v7i1.1898>
- Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial intelligence literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100124>
- Suryono, W., Winiarsri, L., Santosa, T. A., Sappaile, B. I., & Solehuddin, M. (2023). Effectiveness of the inquiry training model to improve students' critical thinking skills in learning: Systematic literature reviews and meta-analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 947–954. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4804>
- Syam, H., Murniasih, T. R., Farman, F., & Fatqurhohman, F. (2025). Articulate Storyline as an interactive learning medium: A critical literature review. *RESET: Review of Education, Science, and Technology*, 1(2), 101–112. <https://doi.org/10.66031/reset.v1i2.46>
- Traga Philippakos, Z. A., & Rocconi, L. (2025). AI literacy: Elementary and secondary teachers' use of AI tools, reported confidence, and professional development needs. *Education Sciences*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/educsci15091186>
- Trisnawati, W., Putra, R. E., & Balti, L. (2023). The impact of artificial intelligence in education toward 21st century skills: A literature review. *PPSDP International Journal of Education*, 2(2), 501–513. <https://doi.org/10.59175/pijed.v2i2.152>
- Wijaya, T., Chen, X., & Purnama, S. (2026). Evaluating design thinking in mathematics students: The impact of AI utilization and digital literacy. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 2(1), 27–40. <https://doi.org/10.66031/jinea.v2i1.161>
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025). Artificial intelligence learning tools in K–12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>