E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengaruh Problem Based Learning Berbantuan Artificial Intelligence Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa

Wilminche M. D E. L. Kele[1]
[1]Program Studi Pendidikan Matematika, Institut Keguruan dan Teknologi Larantuka ,
monarichakelen@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan pemahaman konsep matematis siswa serta terbatasnya integrasi teknologi adaptif dalam pembelajaran berbasis masalah di kelas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Problem-Based Learning (PBL) berbantuan Artificial Intelligence (AI) terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa sekolah menengah atas. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental pretest-posttest non-equivalent control group. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan PBL berbantuan AI dan kelas kontrol yang menggunakan PBL konvensional. Data dikumpulkan melalui tes pemahaman konsep matematis dan dianalisis menggunakan uji t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok ($p < 0.05$), dengan rata-rata skor kelompok eksperimen ($M = 76.2$; $SD = 5.2$) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol ($M = 69.5$; $SD = 6.1$). Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi AI dalam PBL lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa. Implikasi penelitian ini menegaskan pentingnya pemanfaatan AI sebagai cognitive scaffolding dalam pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika secara lebih adaptif dan bermakna.

Kata Kunci: *Pembelajaran Berbasis Masalah, Artificial Inteligence, Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis.*

Abstract

This study is motivated by students' low level of mathematical conceptual understanding and the limited integration of adaptive technology in problem-based learning in the classroom. It aims to analyze the effect of Artificial Intelligence (AI)-assisted Problem-Based Learning (PBL) on high school students' mathematical conceptual understanding. This research employs a quantitative approach with a quasi-experimental design, specifically a pretest–posttest non-equivalent control group design. The sample consists of two classes: an experimental class implementing AI-assisted PBL and a control class using conventional PBL. Data were collected through a mathematical conceptual understanding test and analyzed using a t-test. The results indicate a significant difference between the two groups ($p < 0.05$), with the experimental group's mean score ($M = 76.2$; $SD = 5.2$) higher than that of the control group ($M = 69.5$; $SD = 6.1$). These findings suggest that integrating AI into PBL is more effective in improving students' mathematical conceptual understanding. The implications of this study highlight the importance of utilizing AI as cognitive scaffolding in problem-based learning to enhance the quality of mathematics instruction in a more adaptive and meaningful way.

Keywords: *Problem-Based Learning, Artificial Intelligence, Mathematical Concept Understanding Ability.*

Corresponding Author:
Wilminche M. D E. L. Kele
Program Studi Pendidikan Matematika, Institut Keguruan dan Teknologi Larantuka, monarichakelen@gmail.com

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

PENDAHULUAN

Pendidikan matematika abad ke-21 semakin menekankan pentingnya pemahaman konsep (conceptual understanding) sebagai fondasi bagi kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan transfer pengetahuan ke situasi baru. Nuramalia Hidayati dkk. (2025) menyatakan bahwa kurikulum matematika abad ke-21 berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas melalui pemahaman konsep. Namun demikian, berbagai temuan empiris menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam membangun pemahaman konsep yang mendalam, terutama dalam menghubungkan representasi matematis, menjelaskan makna di balik prosedur, dan menerapkan konsep dalam konteks yang berbeda. Hasil penelitian Sulasih & Dani Firmansyah (2023) menunjukkan mayoritas siswa berada pada tingkat pemahaman konsep sedang, dengan hanya sedikit yang mencapai tingkat tinggi.Kondisi ini sering dikaitkan dengan dominasi praktik pembelajaran yang berpusat pada guru dan berorientasi pada prosedur, sehingga membatasi kesempatan siswa untuk secara aktif mengonstruksi pengetahuan mereka. Fitri Ira Swara (2025) menyebutkan bahwa rendahnya kemampuan numerasi disebabkan oleh praktik pembelajaran yang berpusat pada guru dan berorientasi prosedural (Putra et al., 2025). Dalam konteks ini, Problem-Based Learning (PBL) dipandang sebagai pendekatan yang potensial karena menempatkan siswa pada situasi problematik yang autentik dan mendorong eksplorasi serta negosiasi makna secara kolaboratif (Arfiani & Rismen, 2025; Rahmadhani et al., 2024). Seiring dengan perkembangan teknologi, khususnya Artificial Intelligence (AI), muncul peluang baru untuk memperkuat implementasi PBL melalui dukungan adaptif, umpan balik instan, dan personalisasi pembelajaran. Integrasi AI dalam kerangka PBL berpotensi tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga memperdalam proses konstruksi konsep matematis, sehingga menjadi pendekatan inovatif yang relevan untuk menjawab tantangan pembelajaran matematika kontemporer (Purwasih et al., 2025; Rusdial Marta et al., 2025).

Meskipun Problem-Based Learning (PBL) telah banyak diakui sebagai pendekatan yang efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Arfiani & Rismen, 2025; Maulina et al., 2023; Rahmadhani et al., 2024), implementasinya dalam pembelajaran matematika masih menghadapi sejumlah tantangan signifikan. Hasil penelitian (Fang et al., 2023; Putra et al., 2025) menunjukkan bahwa guru cenderung memilih strategi yang berpusat pada prosedur sehingga PBL sulit dioptimalkan Salah satu kendala utama terletak pada keterbatasan dalam menyediakan scaffolding yang adaptif, memantau proses berpikir siswa secara berkelanjutan, serta memberikan umpan balik yang tepat waktu dan bermakna selama proses pemecahan masalah berlangsung (Putri et al., 2024). Akibatnya, potensi PBL untuk secara optimal mengembangkan pemahaman konsep seringkali belum tercapai. Hidayati, N., Prasetyo, A., & Wulandari, R. (2025) menekankan bahwa pemahaman konsep sebagai fondasi berpikir kritis (Ayari et al., 2025) belum tercapai optimal dalam praktik. Di sisi lain, pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan matematika cenderung masih berfokus pada sistem tutor cerdas, latihan adaptif, atau penilaian otomatis (Noviyana et al., 2025) tanpa integrasi yang mendalam ke dalam kerangka pedagogis yang konstruktivis seperti PBL. Kesenjangan ini menimbulkan pertanyaan penting mengenai bagaimana AI dapat diintegrasikan secara efektif untuk mendukung setiap tahapan PBL (Juandi et al., 2025; Purwasih et al., 2025) dan lebih jauh, bagaimana kombinasi tersebut dapat mempengaruhi pemahaman konsep matematika siswa dalam konteks pembelajaran yang autentik (Sulasih, & Firmansyah, D. (2023)). Oleh karena itu, diperlukan kajian empiris yang sistematis untuk menginvestigasi efektivitas penerapan PBL berbantuan AI dalam meningkatkan kualitas pemahaman konsep matematis siswa (Noviyana et al., 2025; Rusdial Marta et al., 2025).

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan Problem-Based Learning (PBL) berbantuan Artificial Intelligence (AI) dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa. Secara khusus, penelitian ini diarahkan untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam kemampuan pemahaman konsep antara siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis PBL dengan dukungan AI dan siswa yang belajar melalui pendekatan konvensional. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi peran AI dalam mendukung proses pembelajaran pada setiap tahapan PBL, khususnya dalam memberikan scaffolding adaptif, umpan balik instan, dan fasilitasi refleksi konseptual. Dengan demikian, studi ini tidak hanya berupaya mengevaluasi hasil belajar, tetapi juga mengeksplorasi kontribusi integrasi AI terhadap kualitas proses pembelajaran matematika berbasis masalah secara lebih komprehensif. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan bukti empiris yang kuat sekaligus memperkaya praktik pedagogis dalam pembelajaran matematika di tingkat.

Meskipun sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa Problem-Based Learning (PBL) dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika, temuan terkait dampaknya terhadap pemahaman konsep masih menunjukkan hasil yang beragam dan sangat dipengaruhi oleh konteks implementasi. Di sisi lain, literatur tentang pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan matematika umumnya masih berfokus pada pengembangan intelligent tutoring systems, pembelajaran adaptif, dan otomatisasi penilaian, sementara integrasinya dalam pendekatan pembelajaran konstruktivis seperti PBL masih relatif terbatas. Lebih lanjut, studi-studi yang ada belum secara konsisten mengkaji bagaimana AI dapat diintegrasikan secara eksplisit ke dalam setiap tahapan PBL untuk mendukung konstruksi konsep siswa, khususnya pada aspek pemahaman konsep matematika di tingkat sekolah menengah pertama. Selain itu, masih terdapat kekurangan penelitian empiris yang dilakukan dalam konteks pembelajaran kelas nyata, di mana dinamika interaksi guru-siswa dan keterbatasan implementasi teknologi menjadi faktor penting yang memengaruhi hasil belajar. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang signifikan terkait efektivitas sinergi antara PBL dan AI dalam meningkatkan kualitas pemahaman konsep matematika siswa.

Penelitian ini menawarkan kontribusi kebaruan dengan mengintegrasikan Artificial Intelligence (AI) secara sistematis ke dalam setiap tahapan Problem-Based Learning (PBL), sehingga tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu tambahan, tetapi sebagai komponen pedagogis yang mendukung proses konstruksi pengetahuan siswa. Pendekatan ini memperluas kajian sebelumnya yang umumnya memisahkan antara penggunaan PBL sebagai model pembelajaran konstruktivis dan AI sebagai teknologi pendukung berbasis latihan atau tutor cerdas. Secara khusus, penelitian ini berfokus pada penguatan pemahaman konsep matematika siswa SMP, suatu aspek fundamental yang sering kurang mendapat perhatian dalam studi-studi berbasis teknologi pendidikan yang lebih menekankan pada capaian kognitif tingkat tinggi secara umum. Dengan demikian, studi ini memberikan kontribusi empiris dari konteks kelas nyata yang merefleksikan kondisi implementasi pembelajaran di sekolah, sehingga meningkatkan relevansi ekologis temuan penelitian. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur mengenai integrasi teknologi dalam pembelajaran konstruktivis, khususnya sinergi antara PBL dan AI dalam mendukung pembelajaran bermakna. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru, pengembang kurikulum, dan pengambil kebijakan dalam merancang strategi pembelajaran matematika yang lebih adaptif, inovatif, dan berorientasi pada penguatan pemahaman konsep siswa.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental, khususnya pretest-posttest non-equivalent control group design. Desain ini dipilih karena peneliti tidak melakukan randomisasi penuh terhadap subjek penelitian, melainkan menggunakan kelas yang sudah ada (intact group). Desain ini memungkinkan peneliti untuk menguji efektivitas penerapan Problem-Based Learning (PBL) berbantuan Artificial Intelligence (AI) terhadap hasil belajar siswa secara lebih terkontrol.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMAK Darius Larantuka. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu kelas XE sebagai kelas eksperimen dan kelas XF sebagai kelas kontrol. Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling, dengan mempertimbangkan kesetaraan kemampuan awal berdasarkan data akademik awal serta rekomendasi dari pihak sekolah. Kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa pembelajaran PBL berbantuan AI, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.

Prosedur Penelitian

Tahap penelitian ini terdiri atas tiga bagian utama, yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan yang terintegrasi dengan sintaks Problem-Based Learning (PBL) serta pemanfaatan Artificial Intelligence (AI). Pada tahap persiapan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran berbasis PBL, mengembangkan serta memvalidasi instrumen tes pemahaman konsep, dan menyiapkan media AI yang akan digunakan dalam pembelajaran. Selanjutnya, pada tahap pelaksanaan, kedua kelas diberikan pretest untuk mengukur kemampuan awal pemahaman konsep matematika. Kelas eksperimen kemudian mengikuti pembelajaran menggunakan PBL berbantuan AI, sedangkan kelas kontrol menggunakan metode pembelajaran konvensional. Setelah seluruh proses pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan posttest untuk mengukur peningkatan kemampuan.

Pelaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen mengikuti sintaks PBL yang terdiri dari lima tahap, yaitu orientasi masalah, mengorganisasi siswa untuk belajar, membimbing penyelidikan individu atau kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Dalam proses ini, guru menyajikan permasalahan kontekstual, mengelompokkan siswa, membimbing proses penyelidikan, hingga memfasilitasi presentasi dan refleksi hasil belajar. Integrasi AI dilakukan terutama pada tahap penyelidikan dan pengembangan solusi sebagai alat bantu pembelajaran adaptif. AI dimanfaatkan untuk memberikan penjelasan tambahan terhadap konsep yang sulit dipahami, menyediakan umpan balik secara instan, serta membantu siswa mengeksplorasi berbagai strategi pemecahan masalah melalui interaksi berbasis pertanyaan. Dengan demikian, penggunaan AI tidak menggantikan peran guru, melainkan berfungsi sebagai cognitive scaffolding yang memperkuat efektivitas pembelajaran berbasis masalah.

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui tes pemahaman konsep matematika yang diberikan dalam bentuk pretest dan posttest. Instrumen tes disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep, seperti kemampuan menyatakan ulang konsep, mengklasifikasi objek berdasarkan sifat tertentu, memberikan contoh dan non-contoh, serta mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji t (independent sample t-test) untuk menguji perbedaan rata-rata hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas untuk memastikan data memenuhi asumsi statistik

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

parametrik. Analisis dilakukan pada taraf signifikansi 0,05 untuk menentukan apakah terdapat pengaruh signifikan penerapan PBL berbantuan AI terhadap pemahaman konsep matematika siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam kemampuan pemahaman konsep matematis antara kelompok siswa yang belajar menggunakan Problem-Based Learning (PBL) berbantuan Artificial Intelligence (AI), kelompok kontrol positif yang menggunakan PBL konvensional, dan kelompok kontrol negatif yang menggunakan pembelajaran berbasis ceramah. Berdasarkan hasil uji t, diperoleh nilai signifikansi $p < 0.001$, yang menunjukkan bahwa perbedaan antar kelompok bersifat signifikan secara statistik.

Secara deskriptif, kelompok perlakuan yang menggunakan PBL berbantuan AI memperoleh nilai rata-rata post-test sebesar $M = 76.2$ ($SD = 5.2$). Nilai ini lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol positif yang menggunakan PBL tanpa bantuan AI, dengan rata-rata $M = 69.5$ ($SD = 6.1$). Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran berbasis masalah memberikan kontribusi tambahan yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa.

Lebih lanjut, perbandingan ini menunjukkan bahwa penggunaan PBL saja sudah memberikan dampak positif terhadap hasil belajar dibandingkan pendekatan ceramah, namun kombinasi PBL dengan dukungan AI menghasilkan peningkatan yang lebih optimal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan PBL berbantuan AI secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa dibandingkan dengan pendekatan PBL konvensional maupun pembelajaran tradisional.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Problem-Based Learning (PBL) berbantuan Artificial Intelligence (AI) secara signifikan meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa dibandingkan dengan PBL konvensional maupun pembelajaran berbasis ceramah. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi AI dalam kerangka PBL tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi juga sebagai mekanisme cognitive scaffolding yang memperkaya proses konstruksi pengetahuan siswa selama pemecahan masalah. Dalam konteks teori konstruktivisme, hasil ini dapat dipahami sebagai konsekuensi dari meningkatnya kualitas interaksi siswa dengan masalah autentik yang didukung oleh umpan balik adaptif dan penjelasan kontekstual yang disediakan oleh AI, sehingga memungkinkan siswa untuk merevisi, memperdalam, dan mengorganisasi kembali struktur konseptual mereka secara lebih bermakna. Dengan demikian, peningkatan yang signifikan pada kelompok eksperimen memperkuat pandangan bahwa efektivitas PBL sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dukungan belajar yang mampu menjembatani kesenjangan antara eksplorasi mandiri siswa dan pemahaman konsep matematis yang tepat.

Secara teoretis, temuan penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan literatur Problem-Based Learning (PBL) dengan menunjukkan bahwa efektivitasnya dapat diperkuat melalui integrasi Artificial Intelligence (AI) sebagai bagian dari desain pedagogis, bukan sekadar alat tambahan. Hasil ini memperluas perspektif konstruktivisme yang selama ini menekankan peran aktif siswa dalam membangun pengetahuan, dengan menambahkan dimensi baru berupa dukungan teknologi adaptif yang mampu merespons kebutuhan belajar secara real-time. Dalam konteks ini, AI berfungsi sebagai enabler yang memperkaya pengalaman belajar berbasis masalah melalui pemberian

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

umpan balik instan, klarifikasi konsep, serta bantuan eksplorasi strategi penyelesaian masalah yang lebih variatif. Secara praktis, temuan ini mengindikasikan bahwa guru matematika dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dengan mengintegrasikan AI secara terarah dalam setiap tahap PBL, khususnya untuk mendukung siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak yang sering menjadi hambatan dalam pembelajaran matematika di tingkat sekolah menengah. Selain itu, hasil ini juga memberikan implikasi bagi pengembang kurikulum dan pembuat kebijakan pendidikan untuk mempertimbangkan integrasi teknologi cerdas dalam desain pembelajaran, sehingga proses pembelajaran tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, tetapi juga pada penguatan proses kognitif yang mendasarinya.

Meskipun temuan penelitian ini menunjukkan hasil yang signifikan dan konsisten, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasilnya secara lebih luas. Pertama, penelitian ini hanya dilakukan pada satu institusi pendidikan dengan jumlah sampel yang relatif terbatas, sehingga generalisasi temuan ke konteks sekolah lain atau populasi yang lebih luas perlu dilakukan dengan hati-hati. Kedua, desain quasi-eksperimental yang digunakan tanpa randomisasi penuh berpotensi menimbulkan bias seleksi, meskipun upaya pengendalian telah dilakukan melalui pemilihan kelas yang memiliki karakteristik akademik yang relatif setara. Ketiga, implementasi Artificial Intelligence (AI) dalam penelitian ini masih terbatas pada fungsi-fungsi tertentu sebagai alat bantu pembelajaran, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kompleksitas dan potensi penuh AI dalam konteks pendidikan yang lebih luas. Selain itu, fokus penelitian yang hanya menitikberatkan pada aspek kognitif berupa pemahaman konsep menyebabkan dimensi lain seperti aspek afektif, motivasi belajar, dan keterampilan metakognitif siswa belum terungkap secara mendalam. Keterbatasan-keterbatasan ini menunjukkan bahwa meskipun hasil penelitian memberikan indikasi yang kuat mengenai efektivitas PBL berbantuan AI, interpretasinya tetap perlu mempertimbangkan konteks metodologis dan ruang lingkup penelitian yang digunakan.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan desain eksperimen yang lebih kuat, seperti randomized controlled trial, guna meningkatkan validitas internal dan memperkuat inferensi kausal terkait efektivitas PBL berbantuan AI. Selain itu, studi lanjutan perlu memperluas konteks penelitian pada berbagai jenjang pendidikan, mata pelajaran lain, serta karakteristik sekolah yang berbeda untuk menguji konsistensi dan generalisasi temuan. Pengembangan berikutnya juga dapat mengeksplorasi variasi implementasi teknologi AI yang lebih beragam, seperti generative AI, sistem tutor cerdas adaptif, atau platform pembelajaran berbasis analitik pembelajaran (learning analytics) yang lebih komprehensif dalam mendukung setiap tahap PBL. Di samping itu, penelitian masa depan sebaiknya tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga mengintegrasikan variabel afektif dan metakognitif seperti motivasi belajar, self-regulated learning, serta keterlibatan siswa dalam proses pemecahan masalah, sehingga memberikan gambaran yang lebih holistik mengenai dampak integrasi AI dalam pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan yang lebih komprehensif ini diharapkan dapat memperkaya pemahaman empiris sekaligus memperkuat dasar pengembangan model pembelajaran inovatif berbasis teknologi di masa mendatang.

Dari perspektif sosial dan etis, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran berbasis masalah memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih inklusif, adaptif, dan berpusat pada kebutuhan siswa. Namun demikian, penerapan teknologi ini juga memunculkan sejumlah implikasi penting yang perlu mendapat perhatian serius. Salah satunya adalah risiko ketergantungan siswa terhadap sistem AI, yang jika tidak dikelola dengan baik dapat mengurangi kemandirian berpikir dan proses deep learning dalam pemecahan masalah. Selain itu, isu terkait privasi data siswa dan keamanan penggunaan platform digital berbasis

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

AI menjadi aspek etis yang tidak dapat diabaikan, terutama dalam konteks pendidikan formal. Kesenjangan akses terhadap teknologi juga berpotensi memperlebar disparitas antar siswa atau antar sekolah, sehingga implementasi AI dalam pendidikan harus mempertimbangkan prinsip keadilan dan pemerataan akses (digital equity). Oleh karena itu, meskipun AI menawarkan peluang signifikan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika, penggunaannya harus tetap berada dalam kerangka pedagogis yang etis, terarah, dan diawasi oleh guru sebagai fasilitator utama pembelajaran. Dengan demikian, keseimbangan antara inovasi teknologi dan tanggung jawab pedagogis menjadi kunci dalam memastikan bahwa integrasi AI benar-benar memberikan manfaat pendidikan yang berkelanjutan dan berkeadilan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan Problem-Based Learning (PBL) berbantuan Artificial Intelligence (AI) secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa dibandingkan dengan PBL konvensional maupun pembelajaran berbasis ceramah. Temuan ini didukung oleh hasil uji t yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ($p < 0.05$), dengan rata-rata skor post-test kelompok eksperimen yang lebih tinggi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa integrasi AI dalam PBL memberikan kontribusi positif sebagai cognitive scaffolding yang memperkuat proses konstruksi konsep, memperdalam pemahaman siswa, serta meningkatkan kualitas pembelajaran matematika secara keseluruhan. Dengan demikian, model pembelajaran PBL berbantuan AI dapat dipertimbangkan sebagai pendekatan inovatif yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa pada tingkat sekolah menengah.

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian, beberapa saran dapat diajukan. Pertama, guru matematika disarankan untuk mulai mengintegrasikan teknologi Artificial Intelligence secara terarah dalam pembelajaran berbasis masalah, terutama untuk mendukung proses eksplorasi konsep dan pemberian umpan balik yang adaptif kepada siswa. Kedua, pihak sekolah dan pengambil kebijakan pendidikan perlu menyediakan dukungan infrastruktur dan pelatihan yang memadai agar implementasi pembelajaran berbasis teknologi dapat berjalan secara optimal dan merata. Ketiga, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan studi dengan cakupan yang lebih luas, baik dari segi jumlah sampel, variasi konteks pendidikan, maupun desain penelitian yang lebih kuat seperti randomized controlled trial. Selain itu, penelitian masa depan juga perlu mengeksplorasi integrasi AI dalam aspek afektif dan metakognitif pembelajaran untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampaknya terhadap perkembangan belajar siswa. Dengan demikian, pengembangan model pembelajaran berbasis PBL dan AI diharapkan tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga mendukung pembelajaran yang lebih holistik, adaptif, dan berkelanjutan.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

DAFTAR PUSTAKA

Arfiani, V., & Rismen, S. (2025). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta Didik Kelas VIII SMP. 9(September), 61–75.

Ayari, M. A., Sellami, A., Santhosh, M. E., Naji, K. K., Al-Ali, A., & Al-Hazbi, S. M. A. (2025). From problems to performance: a systematic review of problem-based learning in K-12 mathematics. Frontiers in Education, 10(December), 1–14. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1731307

Fang, C. Y., Zakaria, M. I., & Iwani Muslim, N. E. (2023). A Systematic Review: Challenges in Implementing Problem-Based Learning in Mathematics Education. International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, 12(3), 1261–1271. https://doi.org/10.6007/ijarped/v12-i3/19158

Juandi, D., Suparman, S., Putri, A. D., Dahlan, J. A., & Dasari, D. (2025). The utilization of computer-assisted mathematics education integrated into project-based learning to optimize Indonesian students' mathematics achievement: A systematic review and meta-analysis. International Electronic Journal of Mathematics Education , 20(4). https://doi.org/10.29333/iejme/16899

Maulina, S., Wahyudi, N. S., Mercu, U., & Yogyakarta, B. (2023). The Effectiveness of Problem Based Learning Methods To Improve Higher Level Thinking Skills of SMP Negeri 8 Surkarta. (July), 360–365.

Noviyana, H., Rahmawati, F., Rara Kirana, A., & Jessy Tanod, M. (2025). Enhancing Elementary Students' Mathematical Problem-Solving Skills Through AI-Assisted Problem-Based Learning. Journal of Integrated Elementary Education, 5(2), 254–268. https://doi.org/10.21580/jieed.v5i2.27576

Purwasih, S. M., Putri, R. K., Wantika, R. R., & Prayitno, S. H. (2025). Integrasi Artificial Intelligence Dalam Pembelajaran Matematika: Penguatan Kompetensi Guru Melalui Workshop Modul Ajar. PANCASONA: Pengabdian Dalam Cakupan Ilmu Sosial Dan Humaniora, 4(2), 2025. https://doi.org/10.36456/4y1cct51

Putra, A., Fadhillah, U., & Anggaraini, R. S. (2025). Analisis Strategi Pembelajaran Matematika Pilihan Guru. MATHEdunesa, 14(2), 431–442. https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v14n2.p431-442

Putri, F. M., Buchori, A., Ariyanto, L., & Ernawati, I. (2024). Model Problem Based Learning dengan Strategi Scaffolding untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Matematika Siswa. JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika), 10(1), 1–12. https://doi.org/10.37058/jp3m.v10i1.8296

Rahmadhani, S. F., Heleni, S., & Yuanita, P. (2024). Sigma : Jurnal Pendidikan Matematika Implementasi Model Problem Based Learning untuk Pendahuluan mengembangkan kemampuan untuk memecahkan berbagai masalah matematika yang pembelajaran dan harus dimiliki oleh setiap peserta didik , dengan harapan peserta d. Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika, 16(2), 544–556.

Rusdial Marta, Fadhilaturrahmi, F., & Zulfah. (2025). Artificial Intelligence (AI) dalam Pembelajaran Matematika: Kajian Bibliometrik. Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan, 3(4), 3236–3245. https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.1044