JURNAL MANAJEMEN PENDIDIKAN
Homepage : https://ejurnal.stkip-pessel.ac.id/index.php/jmp
Email : jmp@stkip-pessel.ac.id

p-ISSN : 2548-4826 ; e-ISSN : 2548-4834
Vol. 11, No. 5, October 2026
Page 11960-11969
© Author
Jurnal Manajemen Pendidikan

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI AKUNTANSI DI SMK NEGERI 1 PEMATANGSIANTAR

Risma Aprilia Putri[1], Firman Pangaribuan[2], Lois Oinike Tambunan[3]
[1,2,3] Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar, Indonesia

Email: rismaaprilia622@gmail.com

Check for updates OPEN ACCESS

DOI: https://doi.org/10.34125/jmp.v11i5.3789

Sections Info

Article history:
Submitted: 9 August 2026
Final Revised: 28 August 2026
Accepted: 26 September 2026
Published: 31 October 2026

Keywords:
Problem Based Learning
Artificial Intelligence
Critical Thinking
Central and Inscribed Angles
Mathematics

ABSTRACT

Mathematical critical reasoning abilities among vocational secondary students are still insufficiently developed, specifically regarding the comprehension of circle central and inscribed angles. This research is designed to examine the impact of applying the Problem-Based Learning (PBL) framework combined with Artificial Intelligence (AI) upon these competencies. A quasi-experimental design utilizing a Nonequivalent Control Group Design was adopted, engaging 69 eleventh-grade accounting students at SMK Negeri 1 Pematangsiantar, comprising an experimental cohort (35 students) and a control cohort (34 students). The experimental cohort underwent PBL-oriented instruction utilizing AI as a supportive aid throughout the inquiry and evaluation stages, whereas the control cohort was exposed to traditional teaching methods. Data gathering was conducted via essay-based tests (pretest and posttest), observation instruments, and documentation, and processed through Shapiro–Wilk testing, Levene's test, along with an independent-samples t-test. The experimental cohort attained a superior average posttest score (78.79) compared to the control cohort (62.33), yielding a margin of 16.46 points. Hypothesis evaluation generated a t-value of 7.161 alongside a p-value below 0.001, signifying the rejection of the null hypothesis (H_0) and the acceptance of the alternative hypothesis (H_a). Consequently, PBL integrated with AI demonstrates a substantial effect on learners' mathematical critical reasoning capabilities when mastering circle central and inscribed angles.

ABSTRAK

Keterampilan nalar kritis matematis peserta didik jenjang SMK tergolong belum maksimal, khususnya pada pemahaman materi sudut pusat serta sudut keliling lingkaran. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penerapan model Problem Based Learning (PBL) berintegrasi Artificial Intelligence (AI) terhadap kemampuan tersebut. Pendekatan kuasi-eksperimen berdesain Nonequivalent Control Group Design diterapkan pada 69 pelajar kelas XI Akuntansi SMK Negeri 1 Pematangsiantar, yang terbagi atas kelompok eksperimen (35 siswa) dan kelompok kontrol (34 siswa). Kelompok eksperimen menjalani pembelajaran bersintaks PBL dengan menempatkan AI sebagai media pendukung di fase penyelidikan dan evaluasi, sedangkan kelompok kontrol menggunakan metode pengajaran konvensional. Data penelitian dihimpun melalui instrumen tes uraian (pretest dan posttest), lembar observasi, serta dokumentasi, lalu dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk, uji Levene, dan Independent Samples t-test. Capaian rata-rata posttest kelas eksperimen (78,79) melampaui kelas kontrol (62,33) dengan marjin sebesar 16,46. Pengujian hipotesis melalui uji-t memperoleh nilai $t = 7{,}161$ serta $p < 0{,}001$, yang mengindikasikan penolakan H_0 dan penerimaan Ha. Oleh karena itu, pembelajaran PBL terintegrasi AI terbukti berpengaruh nyata terhadap peningkatan kapasitas berpikir kritis matematis peserta didik pada materi sudut pusat dan sudut keliling lingkaran.

Kata kunci: *Problem Based Learning, Artificial Intelligence, Berpikir Kriti, Sudut Pusat dan Sudut Keliling, Matematika*

PENDAHULUAN

Sektor edukasi memiliki kontribusi vital dalam meningkatkan mutu sumber daya manusia, utamanya guna merespons dinamika abad ke-21 yang menuntut peserta didik menguasai kecakapan nalar tingkat tinggi. Pembelajaran matematika berperan penting dalam hal ini karena melatih cara berpikir yang teratur, runtut, dan rasional (Susino et al., (2023) ; Intan et al. (2024) ; Rahmaini & Chandra (2024)). Kemampuan berpikir kritis juga menjadi fokus capaian pembelajaran matematika nasional, yaitu membiasakan siswa untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi informasi guna mengambil keputusan yang tepat (BSKAP Kemendikbudristek, 2022).

Kemampuan berpikir kritis termasuk keterampilan kognitif tingkat tinggi, yang ditandai oleh aktivitas mengkaji, menilai, serta mengintegrasikan keterangan secara logis sebelum menetapkan keputusan (Fahmi et al., (2024) ; Benyamin et al. (2021) ; Munawwarah et al. (2020)). .Dalam penelitian ini, kemampuan tersebut dioperasionalkan melalui lima indikator, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi (Ayu et al. (2023) ; Facione (2015)). Kelima indikator tersebut dipilih karena merepresentasikan proses berpikir kritis dalam pemecahan masalah matematis yang menuntut penalaran tertulis secara runtut.

Kondisi ideal tersebut belum sejalan dengan kenyataan. Skor literasi matematika PISA 2022 menempatkan siswa Indonesia pada peringkat ke-69 dari 81 negara (OECD, 2023) yang mencerminkan kesulitan siswa dalam menganalisis masalah, mengaitkan konsep, dan menarik kesimpulan yang logis. Kondisi serupa ditemukan di tingkat sekolah. Pada observasi awal di SMK Negeri 1 Pematangsiantar, tes diagnostik berupa soal kontekstual pada materi sudut pusat dan sudut keliling lingkaran diberikan kepada 35 siswa kelas XI Akuntansi. Hasilnya menunjukkan kelemahan terbesar pada indikator evaluasi, inferensi, dan eksplanasi: 16 siswa belum mampu menilai kebenaran argumen matematis, 18 siswa belum menarik kesimpulan yang logis, dan 22 siswa belum memaparkan alur penalaran secara runtut.

Pembelajaran konvensional yang masih banyak diterapkan cenderung berpusat pada guru (Utomo & Hardini, (2023) ; Febrianti et al. (2024)) . Dalam pembelajaran seperti itu, siswa cenderung pasif dan hanya menerima informasi tanpa terlibat aktif dalam pemecahan masalah (Oktaviana & Noviani, (2025) ; Saputro et al. (2025)) , sehingga kurang terlatih untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan (Fahmi et al., 2024). Diperlukan model pendekatan instruksional yang mampu mengeskalasi partisipasi aktif peserta didik seraya mengasah kapasitas nalar kritis.

Problem Based Learning (PBL) ialah kerangka instruksional yang mengorientasikan peserta didik dengan persoalan otentik yang perlu dituntaskan melalui pengkajian, pertukaran pikiran, serta proses nalar ((Ardianti et al., 2021); (Husnidar & Hayati, 2021)). Pembelajaran PBL berjalan melalui lima langkah: siswa dihadapkan pada masalah, diorganisasi untuk belajar bersama, dibimbing dalam penyelidikan, menyajikan hasil temuannya, dan kemudian mengevaluasi jalannya proses (Subiyantoro, 2025) . Sejumlah studi mengemukakan bahwasanya PBL berdampak positif pada kapasitas nalar kritis peserta didik ((Ibrahim & Oroh, 2023);(Utomo & Hardini, 2023)).

Kemajuan Artificial Intelligence menghadirkan prospek anyar pada kegiatan edukasi matematika. Hanan & Sugiman (2025) menyatakan bahwa *Artificial Intelligence* tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu belajar, tetapi juga dapat berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Arifin et al. (2025) menegaskan bahwa dampak *Artificial Intelligence* terhadap berpikir kritis bersifat positif apabila diterapkan dengan cara yang tepat. Platform seperti *ChatGPT, Google Gemini*, dan *Perplexity AI* memungkinkan siswa menganalisis informasi, mengevaluasi jawaban, dan mengeksplorasi alternatif penyelesaian (Amelia &

Arianto, 2026) . Namun, penggunaan *Artificial Intelligence* sebagai sumber jawaban instan dapat membuat siswa bergantung pada teknologi (Oktaviana & Noviani, 2025) ; Ardiansyah et al. (2024) ; Mandayani & Haifaturrahmah (2025)). Pemanfaatan teknologi digital dan *Artificial Intelligence* dalam pendidikan juga telah diatur dalam kebijakan pemerintah (Kementerian Pendidikan, 2026) karena itu, dalam penelitian ini *Artificial Intelligence* ditempatkan sebagai *scaffolding* untuk memvalidasi model matematika, mencari alternatif solusi, dan memeriksa langkah penyelesaian, bukan sebagai sumber jawaban.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan potensi integrasi *Problem Based Learning* dan *Artificial Intelligence*. Oktaviana & Noviani (2025) mengemukakan dampak positif Problem Based Learning berintegrasi Artificial Intelligence pada kapasitas nalar kritis peserta didik SMA. Navisa & Mustafa (2025) menemukan bahwa penggunaan *ChatGPT* dalam *Problem Based Learning* meningkatkan pemahaman konsep matematis, sedangkan Alansyah et al. (2025) melaporkan pengaruh signifikan *PBL* berbasis *AI* terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP. Kajian di jenjang SMK juga sudah ada, misalnya Putri et al. (2025) yang menerapkan *PBL* dan *Project Based Learning* berbantuan *AI* untuk meningkatkan berpikir kritis siswa SMKN 8 Muaro Jambi. Meski demikian, penerapan *PBL* berbantuan *AI* pada materi geometri lingkaran yang menuntut penalaran abstrak, khususnya pada siswa SMK, masih jarang diteliti.

Berdasarkan uraian tersebut, studi ini meneliti dampak model PBL yang dibantu AI pada kapasitas nalar kritis matematis peserta didik SMK dalam cakupan materi sudut pusat dan sudut keliling lingkaran. Penelitian ini memiliki dua kebaruan. Pertama, AI dijadikan sebagai *scaffolding* pada tahap pembimbingan penyelidikan serta analisis dan evaluasi dalam sintaks PBL, sementara posttest dikerjakan tanpa AI. Kedua, subjek penelitian adalah siswa kelas XI Akuntansi di SMK, dengan materi geometri lingkaran yang menuntut penalaran abstrak. Dengan demikian, hipotesis yang diuji menyatakan bahwa terdapat pengaruh model PBL berbantuan AI terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI Akuntansi pada materi sudut pusat dan sudut keliling lingkaran.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Rancangan Penelitian

Studi ini merupakan riset kuantitatif berjenis kuasi-eksperimen. Desain yang diterapkan ialah *Nonequivalent Control Group Design*, yakni sepasang kelompok yang diambil dari kelas yang sudah ada diberi tes awal serta tes akhir (Sugiyono, 2023). Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence*, sedangkan kelas kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Keberadaan kelas kontrol memungkinkan pengaruh perlakuan dibedakan dari faktor lain yang juga memengaruhi hasil belajar (Sugiyono, 2023)

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah 103 siswa kelas XI Akuntansi SMK Negeri 1 Pematangsiantar yang terbagi dalam tiga kelas paralel. Sampel ditentukan dengan *cluster random sampling* karena siswa telah tergabung dalam kelas utuh yang dibentuk oleh sekolah dan memiliki karakteristik awal yang relatif setara. Dua kelas dipilih secara acak, yaitu XI AK 1 (35 siswa) dan XI AK 2 (34 siswa). Penetapan peran masing-masing kelas sebagai kelompok eksperimen atau kontrol juga dilakukan secara acak.

Instrumen Penelitian

Alat ukur pokok berbentuk tes uraian tiga item pertanyaan mengenai materi sudut pusat serta sudut keliling lingkaran. Pengujian dirancang berlandaskan lima tolok ukur nalar kritis, yakni interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, serta eksplanasi ((Ayu et al., 2023) ; (Facione,

2015)). Indikator interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi diukur melalui ketiga butir soal, sedangkan indikator eksplanasi diukur melalui butir nomor 3 yang paling kompleks. Setiap indikator dinilai dengan rubrik skor 0–4. Skor mentah dikonversi menjadi nilai dengan rumus Nilai = (skor yang diperoleh / skor maksimum) × 100, lalu dikategorikan ke dalam lima tingkat kemampuan, yaitu sangat tinggi (85–100), tinggi (70–84), sedang (55–69), rendah (40–54), dan sangat rendah (0–39).

Kelima indikator didefinisikan sebagai berikut. Interpretasi adalah kemampuan memahami dan menyatakan makna informasi atau soal. Analisis adalah kemampuan mengidentifikasi hubungan antarkonsep, data, dan pernyataan. Evaluasi adalah kemampuan menilai kebenaran dan kekuatan alasan yang digunakan dalam penyelesaian. Inferensi adalah kemampuan menarik kesimpulan logis dari informasi yang tersedia. Eksplanasi adalah kemampuan menjelaskan dan membenarkan hasil penalaran secara runtut ((Ayu et al., 2023) ; (Facione, 2015)).

Keabsahan konten dinilai oleh seorang dosen serta seorang pendidik matematika memanfaatkan lembar penelaahan pada dimensi materi, struktur, serta kebahasaan. Alat ukur lantas diujicobakan pada 34 peserta didik kelas XI Akuntansi di luar subjek sampel. Keabsahan item dianalisis melalui korelasi Pearson product moment antara nilai item serta nilai total terkoreksi, kemudian dikomparasikan terhadap *r* tabel pada tingkat signifikansi 5%. Daya keandalan dievaluasi menggunakan Cronbach's alpha berpatokan ambang batas minimal 0,60. Indeks kesulitan dikalkulasikan dari rerata nilai dibagi nilai maksimal item, sementara daya pembeda ditentukan melalui selisih rerata nilai kelompok atas serta kelompok bawah, tiap-tiapnya meliputi 50% partisipan, dibagi nilai maksimal item (Arikunto, 2020).

Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan tes awal di sepasang kelompok guna mengukur kapasitas awal nalar kritis peserta didik. Setelah itu, kelas eksperimen mengikuti pembelajaran PBL yang dibantu AI dengan dua modul ajar, yaitu Modul 1 yang berisi konsep dan Modul 2 yang berisi perhitungan. Tahapan PBL yang diterapkan mencakup orientasi subjek didik pada permasalahan, pengkondisian siswa guna belajar, pendampingan kegiatan investigasi, pemaparan hasil temuan, serta pengkajian dan penilaian proses (Subiyantoro, 2025). Pada tahap pembimbingan penyelidikan serta analisis dan evaluasi proses, siswa dapat menggunakan ChatGPT, Google Gemini, atau Perplexity AI untuk memvalidasi model matematika, mencari alternatif solusi, dan memeriksa langkah penyelesaian. Kelas kontrol memperoleh pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru, meliputi penyampaian materi, pemaparan model kasus, diskusi dua arah, pengerjaan latihan, serta penarikan kesimpulan bersama. Setelah perlakuan, kedua kelas mengerjakan posttest secara mandiri tanpa menggunakan AI.

Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dihimpun melalui instrumen tes (tes awal dan tes akhir), pengamatan kegiatan peserta didik sepanjang proses pengajaran di kelompok eksperimen, serta studi dokumentasi berupa daftar nama pelajar beserta potret aktivitas belajar-mengajar. Hasil observasi hanya digunakan sebagai data pendukung.

Teknik Analisis Data

Pengolahan data dijalankan memanfaatkan perangkat lunak SPSS berpatokan pada tingkat signifikansi 0,05. Mendahului tahapan pengujian hipotesis, sebaran data tes akhir dievaluasi kenormalannya melalui uji Shapiro-Wilk mengingat ukuran sampel pada setiap kelompok di bawah 50 responden, serta kesamaan variansnya dianalisis dengan Levene's test. (Malik, 2018). Jika data tidak berdistribusi normal, analisis akan dialihkan ke uji *Mann-*

Whitney. Hipotesis homogenitas diuji dengan $H_0: \sigma_K^2 = \sigma_E^2$ (varians homogen) dan $H_a: \sigma_K^2 \neq \sigma_E^2$ (varians tidak homogen), dengan kriteria H₀ diterima jika signifikansi lebih besar dari 0,05. Pengaruh perlakuan diuji dengan *Independent Samples t-test* menggunakan H_0:$\mu_{eksperimen} = \mu_{kontrol}$(tidak terdapat pengaruh) dan $H_a: \mu_{eksperimen} \neq \mu_{kontrol}$ (terdapat pengaruh). H₀ ditolak jika signifikansi (2-tailed) kurang dari 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil uji instrumen disajikan pada Tabel 1. Ketiga butir soal memiliki korelasi item-total di atas r_{tabel}, reliabilitas instrumen berada pada kategori sangat tinggi, tingkat kesukaran keseluruhan item masuk dalam kriteria sedang, serta daya pembeda setiap item tergolong pada kualifikasi baik. Dengan demikian, ketiga butir layak digunakan sebagai instrumen penelitian.

Tabel 1. Hasil uji validitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda instrumen

Butir	r item-total	Tingkat kesukaran (P)	Daya pembeda (D)	Keputusan
Soal 1	0,724	0,568 (sedang)	0,481 (baik)	Valid
Soal 2	0,723	0,590 (sedang)	0,437 (baik)	Valid
Soal 3	0,664	0,468 (sedang)	0,441 (baik)	Valid

Catatan: r tabel = 0,339 (N = 34; taraf signifikansi 5%). Cronbach's alpha = 0,832 (3 butir), kategori sangat tinggi.

Statistik deskriptif nilai *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 2. Pada *pretest*, rata-rata kedua kelas relatif berdekatan dengan sebaran nilai yang lebar. Pada *posttest*, kelas eksperimen memiliki rata-rata yang lebih tinggi dan sebaran nilai yang lebih sempit dibandingkan kelas kontrol. Distribusi kategori kemampuan disajikan pada Tabel 3. Sebagian besar siswa kelas eksperimen berada pada kategori tinggi ke atas pada *posttest*, sedangkan sebagian besar siswa kelas kontrol berada pada kategori sedang. Pada *pretest*, siswa di kedua kelas didominasi kategori rendah dan sangat rendah.

Tabel 2. Statistik deskriptif nilai *pretest* dan *posttest*

Statistik	*Pretest* Eksp.	*Pretest* Kontrol	*Posttest* Eksp.	*Posttest* Kontrol
Rata-rata	37,09	39,65	78,79	62,33
Median	36,54	40,38	80,77	63,46
Simpangan baku	11,91	13,37	8,38	10,62
Minimum	15,38	5,77	61,54	38,46
Maksimum	65,38	63,46	96,15	82,69

Catatan: N eksperimen = 35; N kontrol = 34.

Tabel 3. Distribusi kategori kemampuan berpikir kritis

Kategori	*Pretest* Eksp.	*Pretest* Kontrol	*Posttest* Eksp.	*Posttest* Kontrol
Sangat tinggi	0 (0,0)	0 (0,0)	6 (17,1)	0 (0,0)
Tinggi	0 (0,0)	0 (0,0)	24 (68,6)	7 (20,6)
Sedang	2 (5,7)	4 (11,8)	5 (14,3)	18 (52,9)
Rendah	13 (37,1)	14 (41,2)	0 (0,0)	8 (23,5)
Sangat rendah	20 (57,1)	16 (47,1)	0 (0,0)	1 (2,9)
Total	35 (100)	34 (100)	35 (100)	34 (100)

Rentang nilai: sangat tinggi 85–100; tinggi 70–84; sedang 55–69; rendah 40–54; sangat rendah

0–39.

Sebelum uji hipotesis, asumsi parametrik diperiksa. Seluruh kelompok data berdistribusi normal, dan varians kedua kelas homogen pada *pretest* maupun *posttest* (Tabel 4). Dengan demikian, Independent Samples t-test dapat digunakan.

Tabel 4. Hasil uji normalitas dan homogenitas

Uji	Kelompok	Statistik	Sig.
Shapiro-Wilk	*Pretest* eksperimen	W = 0,978	0,708
Shapiro-Wilk	*Pretest* kontrol	W = 0,969	0,432
Shapiro-Wilk	*Posttest* eksperimen	W = 0,985	0,903
Shapiro-Wilk	*Posttest* kontrol	W = 0,982	0,819
Levene	*Pretest*	F = 0,211	0,647
Levene	*Posttest*	F = 1,389	0,243

Keputusan: data berdistribusi normal (Sig. > 0,05) dan varians homogen (Sig. > 0,05).

Hasil uji hipotesis disajikan pada Tabel 5. Pada asumsi varians sama, posttest kelas eksperimen berbeda secara signifikan dengan kelas kontrol, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Hasil ini sama jika varians tidak diasumsikan sama.

Tabel 5. Hasil Independent Samples t-test pada data *posttest*

Statistik	Varians sama (diasumsikan)	Varians tidak sama
t	7,161	7,136
df	67	62,712
Sig. (2-tailed)	0,000	0,000
Selisih rata-rata	16,46	16,46
Std. error selisih	2,30	2,31
95% CI selisih	11,87 – 21,05	11,85 – 21,07
Cohen's d	1,72	–

Keputusan: H_0 ditolak (Sig. < 0,05).

Hasil observasi selama pembelajaran menggambarkan aktivitas siswa pada kelas eksperimen, meliputi kegiatan penyelidikan, diskusi kelompok, dan penggunaan *Artificial Intelligence* sebagai alat bantu untuk memeriksa model matematika dan langkah penyelesaian. Observasi dilakukan secara kualitatif sehingga digunakan selaku keterangan penunjang, bukanlah sebagai landasan analisis statistik.

Pembahasan

Hasil uji-t menunjukkan bahwa PBL berbantuan AI berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada materi sudut pusat dan sudut keliling lingkaran. Perbedaan tersebut tidak hanya terlihat dari uji statistik, tetapi juga tampak jelas pada selisih nilai rata-rata kedua kelompok. Temuan ini sejalan dengan penelitian lain yang melaporkan pengaruh positif PBL terhadap kemampuan berpikir kritis (Fahmi et al., 2024; Ibrahim & Oroh, 2023; Utomo & Hardini , 2023).

Perbedaan tersebut dapat dipahami dari karakteristik pembelajaran yang diterapkan. *Problem Based Learning* menghadapkan siswa pada permasalahan kontekstual yang harus ditafsirkan, dianalisis, dan diselesaikan melalui diskusi, sehingga melatih kelima indikator berpikir kritis yang diukur (Ardianti et al., 2021; Husnidar & Hayati, 2021). Dalam penelitian ini, *Artificial Intelligence* berperan sebagai *scaffolding* pada tahap penyelidikan serta analisis dan evaluasi proses, misalnya untuk memvalidasi model matematika, mencari alternatif solusi, dan memeriksa langkah penyelesaian. Peran tersebut berbeda dengan penggunaan *Artificial*

Intelligence sebagai sumber jawaban instan, yang dilaporkan dapat membuat siswa bergantung pada teknologi (Oktaviana & Noviani, 2025). Dengan demikian, penalaran tetap dilakukan oleh siswa, sedangkan *Artificial Intelligence* berfungsi memperkuat proses berpikir tersebut.

Posttest dikerjakan tanpa bantuan *Artificial Intelligence*. Oleh karena itu, capaian kelas eksperimen tercermin dalam kinerja mandiri siswa, bukan semata dalam kemampuan menggunakan *Artificial Intelligence* saat tes berlangsung. Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa dampak *Artificial Intelligence* terhadap berpikir kritis bersifat positif apabila diterapkan dengan tepat (Anisyah et al., 2025).

Kemampuan awal kedua kelas tergolong rendah dan rata-ratanya relatif berdekatan. Karena itu, perbedaan hasil posttest tidak sepenuhnya dapat dipastikan berasal dari perlakuan.

Hasil ini sejalan dengan Navisa & Mustafa (2025) serta Alansyah et al. (2025), yang melaporkan dampak positif *Problem Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence* pada pemahaman konsep dan pemecahan masalah matematis. Penelitian ini memperluas temuan tersebut ke kemampuan berpikir kritis dengan lima indikator, pada jenjang SMK, dan pada materi lingkaran. Penelitian Oktaviana & Noviani (2025) juga melaporkan pengaruh positif, sedangkan penelitian ini menambahkan pembatasan peran *Artificial Intelligence* serta pengukuran tanpa bantuan *Artificial Intelligence*. Di jenjang SMK, Putri et al. (2025) mengkaji *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence*, sehingga hasil penelitian ini melengkapi kajian pada jenjang yang sama dengan desain dan materi yang berbeda.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, desain *nonequivalent control group* tidak memungkinkan penempatan siswa secara acak ke dalam kelompok, sehingga perbedaan antarkelas dapat memengaruhi hasil. Kedua, instrumen hanya terdiri atas tiga butir esai sehingga cakupan indikator terbatas, terutama indikator eksplanasi yang hanya diukur pada satu butir. Ketiga, penelitian dilakukan di satu sekolah pada satu materi, sehingga generalisasi perlu dilakukan dengan hati-hati. Keempat, efek kebaruan penggunaan *Artificial Intelligence* dan pengaruh faktor pengajaran belum dapat dikontrol secara terpisah. Kelima, observasi selama pembelajaran hanya berupa catatan, sehingga kontribusi AI terhadap proses berpikir siswa belum dapat diukur.

Implikasi praktis dari temuan ini adalah guru matematika dapat mempertimbangkan *Problem Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence* dengan pendampingan yang jelas, yaitu *Artificial Intelligence* digunakan untuk memeriksa dan mengeksplorasi penyelesaian, bukan untuk memberikan jawaban secara langsung. Penelitian lanjutan dapat menggunakan instrumen dengan lebih banyak butir dan indikator, desain yang lebih kuat dari sisi pengacakan, serta observasi yang terukur, dan membandingkan *Problem Based Learning* dengan dan tanpa *Artificial Intelligence*.

KESIMPULAN

Riset ini diorientasikan untuk menguji dampak model Problem Based Learning (PBL) berintegrasi Artificial Intelligence (AI) pada kapasitas nalar kritis matematis peserta didik SMK dalam cakupan materi sudut pusat serta sudut keliling lingkaran. Luaran pengujian uji-t atas data tes akhir mengindikasikan bahwasanya kelompok eksperimen menunjukkan perbedaan nyata dibanding kelompok kontrol. Oleh karena itu, PBL berintegrasi AI memberikan dampak positif pada kapasitas nalar kritis matematis peserta didik. AI berfungsi sebagai sarana penunjang di fase investigasi serta pengkajian dan penilaian, sedangkan siswa

tetap menyusun penalarannya sendiri, sebagaimana terlihat dari hasil posttest yang dikerjakan tanpa bantuan AI. Temuan ini memiliki keterbatasan, terutama karena desain nonequivalent control group tidak memungkinkan penempatan siswa secara acak, instrumen hanya terdiri atas tiga butir soal, dan penelitian dilakukan pada satu sekolah dan satu materi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah butir soal yang lebih banyak, mencakup seluruh indikator berpikir kritis secara proporsional, serta memperluas cakupan sekolah dan materi untuk memperkuat generalisasi temuan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alansyah, P., Noviyana, H., & Kirana, A. R. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbasis Artificial Intelegence (AI) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VIII Smp N 17 Pesawaran Tahun Pelajaran 2025/2026. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika STKIP PGRI Bandar Lampung*, *7*(1), 13–21. http://eskripsi.stkippgribl.ac.id/

Amelia, D. S., & Arianto, F. (2026). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Artificial Intelligence (AI) Terhadap Berpikir Kritis Siswa Dalam Mata Pelajaran Sejarah Di Kelas X SMK IPIEMS Surabaya. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*, *1*.

Anisyah, Rohaeti, T., & Lusyana, D. (2025). Integrasi Media AI: Strategi Inovatif Untuk Meningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Pedagogy : Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(4), 2469–2479.

Ardiansyah, Abdin, M., & Salis, M. R. (2024). Analisis Komparatif Generative Artificial Intelligence: ChatGPT, Gemini, dan Perplexity sebagai Media Pembelajaran Akuntansi. *Jurnal TEKNODIK*, *28*(2), 95–112.

Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, *3*(1), 27–35. http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction

Arifin, M. Z., Zulkarnain, I., & Ansori, H. (2025). The influence of artificial intelligence on critical thinking ability in mathematics: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, *8*(1), 82–92. https://doi.org/10.24042/ijsme.v8i1.24352

Arikunto, S. (2020). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik* (18th ed.). PT RINEKA CIPTA.

Ayu, M. S., Susiswo, & Sa'dijah, C. (2023). Proses Berpikir Kritis Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *12*(3), 3075. https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.7508

Benyamin, Qohar, A., & Sulandra, I. M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Dalam Memecahkan Masalah SPLTV. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *05*(02), 909–922.

BSKAP Kemendikbudristek. (2022). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka*.

Facione, P. A. (2015). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. *INSIGHT ASSESSMENT : Measuring Thinking Worldwide*, 1–8.

Fahmi, D., Hambali, H., & Wajdi, M. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Ekosistem Siswa Kelas X SMA Negri 2 Gowa. *Pentagon : Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, *2*(4), 65–77. https://doi.org/10.62383/pentagon.v2i4.288

Febrianti, N., Sariyasa, & Astawa, I. (2024). Pengembangan E-Modul Interaktif Materi Bangun

Ruang Sisi Datar Berbasis Problem-Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika Indonesia*, *13*(1), 41–53.

Hanan, & Sugiman. (2025). Dampak Artificial Intelligence terhadap Belief Peserta Didik dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *9*(1), 339–361. https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i1.3852

Husnidar, & Hayati, R. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa. *ASIMETRIS: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, *2*(2), 067–072. http://journal.umuslim.ac.id/index.php/asm/

Ibrahim, H., & Oroh, F. A. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Matematika di Kelas VIII SMP Negeri 1 Bonepantai. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, *4*(2), 1657–1668. http://jurnaledukasia.org

Intan, N., Ismail, & Susanah. (2024). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP dalam Menyelesaikan Masalah Kesebangunan Berdasarkan Kemampuan Matematika. *MATHEdunesa*, *13*(2), 350–366. https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v13n2.p350-366

Kementerian Pendidikan, K. R. dan T. (2026). *Keputusan Bersama 7 Menteri tentang Pemanfaatan Teknologi Digital dan Kecerdasan Artifisial dalam Pendidikan*.

Mandayani, N., & Haifaturrahmah. (2025). Peran Artificial Intelligence (AI) terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *JURNAL BASICEDU*, *9*(5), 1642–1651. https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i5.10777

Munawwarah, M., Laili, N., & Tohir, M. (2020). Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika Berdasarkan Keterampilan Abad 21. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, *2*(1), 37–58. https://doi.org/10.35316/alifmatika.2020.v2i1.37-58

Navisa, E. T., & Mustafa, A. N. (2025). Integrasi ChatGPT dalam Model Problem Based Learning (PBL): Pengaruhnya terhadap Pemahaman Konsep Matematis Peserta didik pada Materi SPLDV. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(01), 371–377. https://doi.org/10.31004/cendekia.v10i1.4731

OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*.

Oktaviana, A. F. E., & Noviani, L. (2025). Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence (AI) Dalam Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Critical Thinking Peserta Didik SMA Negeri 1 Karanganyar. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, *6*(3), 906. https://doi.org/10.25157/j-kip.v6i3.20210

Putri, D. M., Rosmiati, & Sari, N. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Problem Based Learning Menggunakan Artificial Intelligence Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMKN 8 Muaro Jambi. *LintekEdu: Jurnal Literasi Dan Teknologi Pendidikan*, *6*(2), 259–272. https://ejurnals.com/ojs/index.php/jltp

Rahmaini, N., & Chandra, S. O. (2024). Pentingnya Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Matematika. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, *4*(1), 1–8. https://mathjournal.unram.ac.id/index.php/Griya/indexGriya

Saputro, I. N., Indarto, P., Sudarmanto, E., Rismawati, A. E., & Sapitri, A. (2025). Persepsi Siswa Terhadap Model Pembelajaran Problem Based Learning. *JICN: Jurnal Intelek Dan Cendikiawan Nusantara*, *2*(3), 4539–4551. https://jicnusantara.com/index.php/jicn

Subiyantoro, S. (2025). *Problem and Project-Based Learning* (Andriyanto, Ed.). Penerbit Lakeisha.

Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Sutopo, Ed.). ALFABETA, cv. www.cvalfabeta.com

Susino, S. A., Destiniar, D., & Sari, E. F. P. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(1), 53–61. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.2918

Utomo, I. S., & Hardini, A. T. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, *6*(12), 9978–9985. http://Jiip.stkipyapisdompu.ac.id