

Pengaruh Model Pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) Berbasis *Artificial Intelligence* (Ai) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Al Ahzuri¹, Astuti², Zulfah³

¹Mahasiswa Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Riau

^{2,3}Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Riau

Co-author alahzuri00@gmail.com

Diterima:03-06-2026; Direvisi: 13-06-2026; Dipublikasi: 18-06-2026

Abstract

21st-century education demands that students possess critical thinking skills to navigate informational complexities and global dynamics. However, many educational systems remain predominantly focused on content mastery. While content knowledge is essential, the 2018 PISA results indicated that Indonesian students scored below the average in critical thinking proficiency. One effective approach to stimulate these skills is the Problem-Based Learning (PBL) model, which, when supported by technology such as Artificial Intelligence (AI), can enhance personalized learning. This study aims to investigate the effect of integrating AI into the PBL model on students' critical thinking skills at SMA Muhammadiyah Bangkinang. Utilizing a Nonequivalent Control Group experimental design with pre-test and post-test evaluations, the study involved two classes, where the experimental class received AI-based PBL treatment. The results demonstrated a significant increase in the critical thinking skills of the experimental class compared to the control class, yielding an effect size of 1.165, which indicates a high treatment effect. Observations of student activities also revealed enhanced engagement and collaboration. The conclusion of this study confirms that the AI-based PBL model is an innovative and effective method for improving students' critical thinking skills, encouraging them to be more active and creative in problem-solving. The implementation of this method is expected to provide practical contributions to instructional strategies relevant to the 21st century.

Keywords: Problem-Based Learning (PBL), Artificial Intelligence (AI), Critical Thinking Skills, 21st-Century Education

Abstrak

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa memiliki keterampilan berpikir kritis untuk menghadapi kompleksitas informasi dan dinamika global. Namun, banyak sistem pendidikan yang masih fokus pada penguasaan konten. Meskipun penting, hasil PISA 2018 menunjukkan bahwa siswa Indonesia berada di bawah rata-rata dalam kemampuan berpikir kritis. Salah satu pendekatan yang efektif untuk merangsang keterampilan ini adalah model *Problem-Based Learning* (PBL) yang, dengan dukungan teknologi seperti kecerdasan buatan (AI), dapat meningkatkan personalisasi pembelajaran. Penelitian ini bertujuan meneliti pengaruh integrasi AI dalam model PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa di SMA Muhammadiyah Bangkinang. Melalui desain eksperimen *Nonequivalent Control Group* dan pengujian *pre-test* dan *post-test*, penelitian melibatkan dua kelas, di mana satu kelas diberi perlakuan PBL berbasis AI. Hasil menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol, dengan nilai *effect size* 1,165 yang menunjukkan efek tinggi. Observasi aktivitas peserta didik juga menunjukkan peningkatan keterlibatan dan kolaborasi. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa model PBL berbasis AI adalah metode inovatif yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, mendorong mereka untuk lebih aktif dan kreatif dalam memecahkan

masalah. Implementasi metode ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam strategi pembelajaran yang relevan di abad ke-21.

Kata Kunci: Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), Kecerdasan Buatan (AI), Keterampilan Berpikir Kritis, Pendidikan Abad ke-21

1. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi kompleksitas dan dinamika global saat ini, pendidikan modern mewajibkan pelajar agar mempunyai kemampuan berpikir kritis (Astawayasa et al., 2022). Dengan kemampuan ini, individu dapat menganalisis, mengevaluasi, dan menyintesis informasi dengan efektif (Nufus & Kusaeri, 2020). Namun, banyaknya sistem pendidikan tetap berpusat pada pemahaman konten daripada pengembangan kompetensi dalam berpikir yang lebih tinggi. Ini menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan keterampilan abad ke-21 dan praktik pembelajaran yang ada. Menurut (Chaffee, 2017), berpikir kritis didefinisikan sebagai tindakan dinamis dan mahir pada konseptualisasi, implementasi, analisis, sintesis, dan evaluasi perolehan informasi dari observasi, praktik, evaluasi, logika, ataupun interaksi agar membantu menentukan keyakinan dan tindakan seseorang (Emily R, 2011).

Kemampuan berpikir kritis ialah kemampuan yang paling penting dan begitu diperlukan pada masa Revolusi Industri 4.0 dan globalisasi. Di tengah banjir informasi dan kompleksitas permasalahan kehidupan, berpikir kritis menjadi keterampilan esensial dalam memilah, menganalisis, serta menyusun solusi atas berbagai tantangan yang dihadapi individu dalam kehidupan pribadi, akademik, maupun professional (Ennis, 2011). Menurut laporan (World Economic Forum, 2022), critical thinking termasuk dalam 10 keterampilan utama yang dibutuhkan dunia kerja hingga tahun 2025. Meskipun demikian, hasil Program Penilaian Siswa Internasional (PISA) 2018 membuktikan pelajar Indonesia tetap ada di bawah rata-rata OECD untuk keterampilan dalam berpikir kritis khususnya pada mata pelajaran pendidikan matematika dan sains sehingga Indonesia berada pada tingkat ke 7 terakhir dalam 72 negara terkait matematika. Fakta ini memperkuat urgensi untuk mengevaluasi kembali pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi di kalangan pelajar.

Model *Problem-Based Learning* (PBL) ialah salah satu metode yang terbukti berhasil untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Habibah & Hapsan, 2024). Dalam metode tersebut, peserta didik bukan saja memperoleh pemahaman konseptual, namun juga diajak dalam menyelidiki, analisis, dan merumuskan penyelesaian dari permasalahan nyata lebih kompleks. Menurut (Susiyanti et al., 2022), PBL memiliki efek positif sedang ($g=0,610$) terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan dasar belajar pendidikan matematika. Namun, efektivitas PBL dapat semakin ditingkatkan dengan dukungan teknologi, khususnya kecerdasan buatan (AI),

yang mampu mempersonalisasi materi, menyalurkan tanggapan waktu nyata, serta menyajikan skenario belajar yang adaptif sesuai dengan karakteristik siswa.

Meskipun terdapat bukti awal mengenai potensi integrasi AI dalam meningkatkan kualitas PBL (Ruiz Viruel et al., 2025); (Simangunsong et al., 2024), kajian mendalam terkait dampaknya pada keterampilan berpikir kritis pelajar masih terbatas, khususnya pada pendidikan dasar Indonesia. Banyak penelitian masih bersifat konseptual atau terbatas pada studi kasus kecil. Selain itu, belum banyak pendekatan kuantitatif yang dilakukan untuk menguji efektivitas integrasi AI dalam PBL secara sistematis dengan instrumen terstandar. Hal ini menimbulkan kesenjangan dalam literatur ilmiah dan memerlukan upaya penelitian lanjutan untuk memperoleh data empiris yang kuat dan representatif.

Integrasi teknologi dalam pendidikan, khususnya *Artificial Intelligence* (AI), sudah meluncurkan kesempatan baru dalam memaksimalkan kualitas pembelajaran. AI dapat menyediakan pembelajaran yang dipersonalisasi, tanggapan real-time serta akses ke sumber pembelajaran yang luas. Dengan kemampuan adaptifnya, AI memiliki kapabilitas untuk mengadaptasi konten edukatif agar selaras dengan kebutuhan serta kompetensi individual setiap peserta didik. Adaptasi ini dapat berpotensi signifikan dalam menumbuhkan motivasi dan partisipasi aktif siswa selama kegiatan pembelajaran. Menurut (Amamou & Cheniti-Belcadhi, 2018), AI dalam pendidikan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui adaptasi materi dan metode pengajaran yang relevan dengan profil belajar peserta didik.

Model Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem-Based Learning*) ialah sebuah pendekatan pedagogis yang mengharuskan peserta didik untuk secara aktif memecahkan suatu permasalahan dan melakukan eksperimen guna mengonfirmasi solusi yang ada. Menurut Rasto dan Rego pradana (2021:10-11), model pembelajaran berbasis masalah adalah model pembelajaran kelompok yang dimulai dengan suatu masalah agar siswa dapat belajar memecahkan masalah. Peserta didik dalam model pembelajaran berbasis masalah tidak saja mendapatkan instruksi dari guru, mereka juga tetap berpartisipasi secara aktif untuk menciptakan masalah, mengumpulkan data, menganalisis, dan akhirnya menemukan penyelesaian paling baik.

Model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) berfokus pada pendekatan pemecahan masalah dalam dunia nyata sehingga mendorong pelajar untuk berpartisipasi dalam proses belajar, dan berkolaborasi dalam menemukan cara inovatif terhadap masalah yang kompleks. Melalui PBL, siswa belajar agar menggabungkan informasi dari berbagai bidang ilmu dan penerapannya pada situasi dunia. Model tersebut mampu mengembangkan kemampuan berkomunikasi dan bekerja tim. Menurut (Hadim & Esche, 2002), PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis

serta pemecahan masalah dengan membuat mereka terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Penggabungan AI dalam PBL mampu meningkatkan kemampuan pembelajaran peserta didik dengan menyediakan skenario masalah lebih kompleks dan realistis, serta mendukung proses refleksi dan evaluasi. Selain itu, AI bisa mendukung guru merancang dan memantau proyek pembelajaran dan memberikan feedback tepat waktu bagi peserta didik. Dengan demikian, penggunaan AI pada PBL mampu menambah efektivitas pembelajaran dan pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Menurut (Halil TURGUT, 2008), teknologi pada PBL mampu menambah keterlibatan peserta didik dan kualitas pembelajaran melalui penyediaan sumber daya dan alat yang mendukung proses pemecahan masalah.

Pada penelitian oleh (Simangunsong et al., 2024) ditemukan penerapan PBL berbasis AI di SMA Negeri 1 Merauke meningkatkan kemampuan berpikir siswa dengan nilai rata-rata 62 dan N-Gain 0,41, mencakup kelas sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi AI dalam PBL dapat memberikan efek positif bagi perluasan kemampuan berpikir peserta didik. Namun, penelitian ini masih terbatas pada satu sekolah dan mata pelajaran tertentu, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menggeneralisasi temuan ini. Menurut (Simangunsong et al., 2024), PBL berbasis AI dapat menambah keterampilan berpikir peserta didik dengan penyediaan lingkungan belajar variatif dan efektif.

Studi oleh (Ruiz Viruel et al., 2025) mengungkapkan bahwa guru menilai PBL yang didukung AI lebih efektif dibandingkan PBL konvensional, dengan efektivitas yang signifikan dalam personalisasi pembelajaran dan motivasi siswa. Guru juga melaporkan bahwa AI membantu dalam mengenali kebutuhan pendidikan peserta didik dan menyesuaikan strategi pengajaran sesuai kebutuhan pendidikan. Hal ini membuktikan integrasi AI pada PBL bukan saja bermanfaat untuk siswa, namun juga mendukung peran guru dalam proses pembelajaran. Menurut (Ruiz Viruel et al., 2025), AI dalam PBL mampu menambah mutu belajar melalui personalisasi dan dukungan pada guru untuk merancang pembelajaran yang efektif.

Berdasarkan penelitian dari (Susiyanti et al., 2022) dalam meta-analisisnya menemukan bahwa PBL memiliki efek positif sedang ($g=0,610$) terhadap keterampilan berpikir kritis matematis peserta didik, membuktikan potensi PBL dapat menambah keterampilan berpikir kritis peserta didik. Namun, penelitian tersebut tidak secara khusus mengkaji integrasi AI dalam PBL, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami dampak kombinasi tersebut. Menurut (Susiyanti et al., 2022), PBL membantu peserta didik berpikir kritis, terutama pada dasar pembelajaran matematika.

Meskipun terdapat penelitian yang menunjukkan efektivitas PBL dan integrasi AI secara terpisah, masih terbatas studi yang mengkaji secara mendalam pengaruh kombinasi PBL

berbasis AI dalam kemampuan berpikir kritis peserta didik, khususnya konteks pendidikan Indonesia. Kesenjangan ini mengungkapkan kebutuhan akan penelitian lanjutan agar menguasai bagaimana integrasi AI dalam PBL dapat mempengaruhi pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Menurut (Chaffee, 2017), Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menemukan metode pembelajaran yang berguna untuk membangun kemampuan berpikir kritis dalam pendidikan abad ke-21.

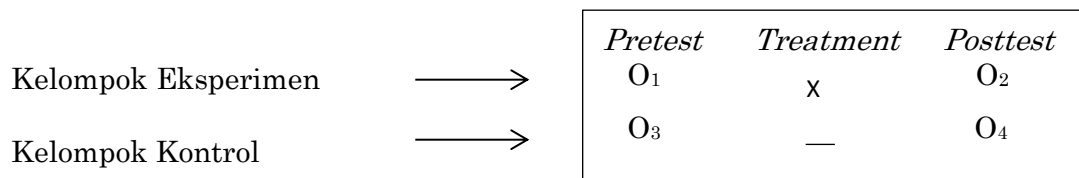
Diperlukan penelitian yang mengkaji secara kuantitatif dampak integrasi PBL dan AI terhadap kemampuan berpikir kritis siswa untuk memberikan data faktual lebih akurat serta mendukung pengembangan pelaksanaan pembelajaran inovatif. Penelitian ini mampu membantu untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang sesuai kebutuhan peserta didik di era digital.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari secara kuantitatif bagaimana kemampuan berpikir kritis peserta didik dipengaruhi oleh penerapan AI dalam model pembelajaran berbasis masalah. Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi keterbatasan penelitian sebelumnya dan memberikan peran serta secara teoritis untuk pengembangan desain pembelajaran berbasis teknologi. Secara praktis, temuan penelitian ini bisa digunakan oleh guru, pengembang kurikulum, dan pembuat kebijakan untuk membuat strategi pembelajaran yang lebih kontekstual, efektif, dan sesuai dengan tuntutan abad ke-21.

2. METODE PELAKSANAAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan metode eksperimen semu (quasi experiment). Pendekatan kuantitatif dipilih karena fokus penelitian ini adalah untuk. Desain eksperimen yang digunakan adalah *Nonequivalent Control Group Design*. Kelompok eksperimen diberi perlakuan menggunakan model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis Artificial Intelligence, sementara kelompok kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.

Secara umum model penelitian eksperimen ini disajikan sebagai berikut:



Gambar 1 Desain Penelitian *Non-equivalent control group design*

Keterangan:

O₁ = *Pretest* kelompok eksperimen

O₂ = *Posttest* kelompok eksperimen

O_3 = *Pretest* kelompok kontrol

O_4 = *Posttest* kelompok control

x = Perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI)

— = Perlakuan tanpa menggunakan model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI)

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Muhammadiyah Bangkinang Kota, yang berlokasi di Bangkinang Kota. Waktu pelaksanaan penelitian direncanakan berlangsung selama dua bulan, mulai dari bulan Mei hingga Juli 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X di SMA Muhammadiyah Bangkinang Kota pada tahun ajaran 2024/2025. Populasi ini dipilih karena siswa kelas X dinilai berada pada tahap perkembangan kognitif yang memungkinkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui pendekatan pembelajaran berbasis masalah dan teknologi (Sugiyono, 2021).

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari dua kelas dari kelas A dan kelas B, dimana kelas A berupa kelas eksperimen dan kelas B berupa kelas kontrol. Pada kelas eksperimen siswa belajar menggunakan model *Problem-Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence* (menggunakan tools atau platform AI sebagai pendukung pemecahan masalah). Sedangkan pada kelas kontrol: siswa belajar menggunakan metode pembelajaran konvensional (ceramah dan diskusi biasa tanpa bantuan AI).

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *purposive sampling* (Lestari, K. E., & Yudhanegara, 2017). Pada penelitian ini kriteria tersebut adalah peserta didik dan memiliki rata-rata nilai yang sama. Dua kelas dipilih berdasarkan kesetaraan dalam hal kemampuan akademik, fasilitas belajar, serta kesediaan guru untuk berpartisipasi dalam penelitian.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah observasi, tes, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk memantau proses pembelajaran di kelas, terutama untuk mencatat aktivitas siswa, keaktifan, dan interaksi mereka dengan alat bantu AI selama proses pemecahan masalah. Observasi dilakukan dengan lembar observasi yang telah disiapkan sebelumnya. Tes dilakukan dalam bentuk *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Soal tes berupa uraian terbuka yang dirancang berdasarkan indikator berpikir kritis. *Pre-test* diberikan sebelum pembelajaran dimulai, dan *post-test* diberikan setelah seluruh proses pembelajaran selesai. Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data pendukung seperti silabus, RPP, daftar hadir, hasil kerja siswa, serta tangkapan layar interaksi siswa dengan platform AI.

Pada penelitian ini indikator kemampuan pemahaman konsep matematis Menurut (Facione, 2020) bahwa terdapat indikator berpikir kritis yaitu 1) interpretasi: siswa

dituntut mampu memahami dan mengekspresikan maksud atau arti dari suatu masalah, 2) analisis: siswa dituntut untuk mampu dalam mengidentifikasi hubungan antara berbagai pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi dan yang lainnya, evaluasi, 3) Evaluasi: siswa mampu menilai kredibilitas suatu pernyataan dan kebenaran suatu hubungan antara berbagai pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi dan yang lainnya, dan 4) inferensi: siswa dituntut untuk mampu memberikan kesimpulan ataupun memberikan alasan atas langkah yang diambil.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu analisis deskriptif dan analisis inferensial. Teknik statistik deskriptif akan digunakan untuk mendeskripsikan hasil tes siswa baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol, sedangkan teknik statistik inferensial digunakan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan *software SPSS 30*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berlangsung selama 3 minggu mulai dari tanggal 25 Agustus 2025 sampai dengan 11 September 2025. Penelitian ini terdiri dari 6 pertemuan dimana 2 diantaranya dilakukan untuk *pretest* dan *posttest*. Setiap pertemuan menerapkan *model Problem-Based Learning (PBL)* yang terintegrasi teknologi *Artificial Intelligence (AI)* untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir kritis.

Model *Problem-Based Learning (PBL)* berbasis *Artificial Intelligence (AI)* merupakan pendekatan pembelajaran yang inovatif yang mengintegrasikan teknologi AI menjadi alat bantu untuk proses belajar berbasis masalah. Pendekatan ini mendorong mendorong siswa aktif mencari, menganalisis, dan memecahkan masalah yang berhubungan dengan materi pembelajaran, khususnya materi matematika pada topik pembelajaran baris dan deret di SMA Muhammadiyah Bangkinang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa efektif *DeepSeek AI* dalam proses pembelajaran matematika pada materi barisan dan deret di SMA Muhammadiyah Bangkinang khususnya kelas X1. Fokus penelitian diarahkan pada langkah-langkah implementasi *DeepSeek AI* yang diintegrasikan ke dalam aktivitas pembelajaran, akhirnya mampu menambah penguasaan materi serta kemampuan berpikir kritis peserta didik untuk solusi permasalahan matematika yang berhubungan dengan barisan, deret aritmetika serta geometri.

Model *Problem-Based Learning (PBL)* berbasis *Artificial Intelligence (AI)* dirancang untuk menggabungkan eksplorasi masalah secara mandiri dan kolaboratif melalui diskusi kelompok serta penggunaan alat dan simulasi AI yang relevan. Penerapan AI memungkinkan peserta didik mendapat bimbingan yang adaptif, umpan balik real-time, dan stimulasi berpikir kritis yang lebih mendalam.

Salah satu kekuatan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis Artificial Intelligence (AI) adalah penggabungan AI yang menyediakan simulasi kontekstual dan eksplorasi masalah yang relevan sehingga membuat proses belajar lebih bermakna dan menantang agar berpikir kritis bagi siswa. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang mayoritas menerapkan model *Problem-Based Learning* (PBL) tanpa mengintegrasikan Artificial Intelligence (AI) atau media pembelajaran lainnya (Dewi & Harjo, 2024). Penelitian ini menambahkan dimensi teknologi AI sebagai inovasi pembelajaran.

Selain itu, penelitian ini juga mengobservasikan aktivitas guru dan peserta didik secara menyeluruh, memeriksa perencanaan pembelajaran, media yang digunakan, hingga respon peserta didik terhadap penggunaan AI, suatu aspek yang kurang diperhatikan dalam beberapa penelitian sebelumnya berfokus dengan hasil tes berpikir kritis tanpa evaluasi pembelajaran secara holistik (Arifin & Prasetyo, 2025).

Implementasi model *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi *Artificial Intelligence* (AI) melalui DeepSeek AI ke dalam 5 sintaks utama PBL dirancang untuk menstimulus indikator berpikir kritis Facione (interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi) dengan prosedur sebagai berikut:

Sintaks PBL	Aktivitas Guru & Peserta Didik dengan DeepSeek AI	Indikator Berpikir Kritis
1. Orientasi Masalah	Guru menyajikan masalah kontekstual harian. Guru mendemonstrasikan penggunaan DeepSeek AI untuk membedah latar belakang dan konsep dasar masalah tersebut.	Interpretasi: Siswa memahami maksud soal dan mengidentifikasi data awal.
2. Mengorganisasikan Siswa	Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok dan menerima LKPD. Setiap kelompok bersiap mengeksplorasi rumus, definisi, dan pola menggunakan gawai yang terhubung ke DeepSeek AI.	Analisis: Siswa mulai memetakan hubungan antar konsep matematika dalam masalah.
3. Membimbing Penyelidikan	Siswa berdiskusi aktif melakukan prompting (bertanya) pada DeepSeek AI untuk menemukan rumus umum dan pola barisan/deret berdasarkan masalah di LKPD. Guru bertindak sebagai fasilitator.	Analisis & Evaluasi: Siswa menyaring informasi dari AI dan menguji validitas argumen matematika kelompok.
4. Mengembangkan & Menyajikan Hasil	Setiap kelompok menyusun solusi akhir, lalu mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Kelompok lain memberikan Tanggapan atau sanggahan.	Inferensi & Evaluasi: Siswa menarik kesimpulan logis dan

		mempertahankan argumennya.
5. Menganalisis & Mengevaluasi Proses	Guru bersama siswa memverifikasi kebenaran jawaban akhir yang dihasilkan oleh DeepSeek AI (mengoreksi jika ada hallucination AI) dan melakukan refleksi bersama.	Evaluasi: Siswa mengecek kembali keakuratan logika penyelesaian secara menyeluruh.

Aktivitas eksplorasi siswa dan proses dialog interaktif (prompting) dengan AI dalam membedah konsep matematika ini disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Contoh Barisan Geometri dalam Kehidupan Sehari-hari:

Salah satu contoh barisan geometri yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari adalah pertumbuhan jumlah bakteri dalam suatu kultur. Misalnya, dalam kondisi ideal, bakteri membelah diri menjadi dua setiap jam. Jika kita mulai dengan 1 bakteri, maka:

- Setelah jam ke-1: 2 bakteri
- Setelah jam ke-2: 4 bakteri
- Setelah jam ke-3: 8 bakteri
- Setelah jam ke-4: 16 bakteri
- dan seterusnya.

Barisan ini adalah 1, 2, 4, 8, 16, ... yang merupakan barisan geometri dengan suku pertama $a = 1$ dan rasio common $r = 2$. Setiap suku diperoleh dengan mengalikan suku sebelumnya dengan 2.

Gambar 4.1. Penjelasan Masalah Nyata dari DeepSeek AI

Thought for 69 seconds

Berdasarkan analisis terhadap jawaban yang diisi dalam LKPD, terdapat beberapa kekeliruan yang perlu diperbaiki. Berikut adalah penjelasan rinci untuk setiap nomor:

1. Hasil Pengamatan Pembelahan Sel Amoeba

- **Jawaban:** Tabel yang menunjukkan pembelahan amoeba dan banyak sel amoeba sudah benar. Setiap pembelahan (setiap 4 menit), jumlah sel amoeba berlipat ganda: 2, 4, 8, 16, 32. Ini sesuai dengan pola perkalian 2.

2. Barisan Banyak Sel Amoeba

- **Jawaban:** Pernyataan "Setiap 4 Menit, sel² tsb di kali 2" sudah benar. Barisan yang terbentuk adalah 2, 4, 8, 16, 32, ... yang merupakan barisan geometri dengan rasio 2.

3. Pola Barisan Tertentu

- **Jawaban:** Pernyataan bahwa barisan ini membentuk barisan geometri sudah benar. Barisan geometri ditandai dengan pola perkalian dengan rasio yang tetap.

4. Perbandingan Suku dan Jenis Barisan

- **Jawaban:** Pernyataan bahwa perbandingan suku sesudah dengan suku sebelumnya selalu sama adalah benar, tetapi nilai perbandingannya keliru. Jawaban menulis "1:2", yang berarti rasio 1/2 atau 0,5. Seharusnya, rasio yang benar adalah 2, karena setiap suku berikutnya adalah 2 kali suku sebelumnya (contoh: $4/2 = 2$, $8/4 = 2$, dst.). Dengan rasio 2, barisan yang terbentuk adalah barisan geometri.

Gambar 4.2. Memastikan Kebenaran Jawaban dengan DeepSeek AI

Hasil uji normalitas nilai pretest dan posttest kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kontrol disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Hasil Uji Normalitas

Kelas	Pretest			Posttest		
	Statistik	Df	Sig.	Statistik	df	Sig.
Kontrol	.965	17	.724	.933	17	.240
Eksperimen	.974	20	.829	.938	20	.223

Sumber: Hasil Olahan SPSS 30 Tahun 2025

Berdasarkan tabel 2 diatas, seluruh nilai signifikansi untuk data *pretest* maupun *posttest* baik pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen tercatat lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa asumsi distribusi normal terpenuhi untuk seluruh kelompok data yang diuji. Data dengan distribusi normal menunjukkan bahwa hasil pengukuran tersebar merata disekitar nilai rata-rata dan tidak mengalami penyimpangan yang ekstrem. Hasil uji ini menunjukkan memenuhi persyaratan agar melanjutkan analisis dengan uji parametrik.

Tabel 3 Hasil Uji Homogenitas

Levene's test	Pretest			Posttest			
	df1	df2	Sig.	Levene's test	df1	df2	Sig.
1,262	1	35	0,269	0,334	1	35	0,567

Sumber: Hasil Olahan SPSS 30 Tahun 2025

Berdasarkan hasil uji homogenitas diatas, diperoleh nilai Sig. = 0,269 > 0,05 untuk skor pretest antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, yang mengindikasikan bahwa variansi kedua kelompok tersebut homogen. Artinya, hasil varian antara nilai pretest peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen homogen. Sedangkan nilai Sig. = 0,567 > 0,05 pada nilai pretest kelas kontrol dan kelas eksperimen, sehingga dinyatakan homogen. Artinya, hasil varian antara nilai *posttest* peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen homogen. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa data kedua kelompok memenuhi syarat homogenitas. Oleh karena itu, analisis perbandingan rata-rata antarkelompok menggunakan uji parametrik.

Tabel 4 Hasil Uji Paired T-test

Kelas	Mean	t	Sig. (2-tailed)
Kontrol (<i>Pretest - Posttest</i>)	-32.882	-18,648	0,001
Eksperimen (<i>Pretest - Posttest</i>)	-39.600	-19,887	0,001

Sumber: Hasil Olahan SPSS 30 Tahun 2025

Hasil uji pada tabel 4 menunjukkan bahwa nilai Sig.(2-tailed) = 0,001 < 0,05 untuk kedua kelas. Artinya, terdapat peningkatan yang signifikansi antara hasil *pretest* dan *posttest* di kedua kelompok tersebut. Nilai dikelas eksperimen meningkat lebih tinggi daripada

dengan kelas kontrol, dimana rata-rata nilai pada kelas eksperimen dari 40,85 meningkat sebesar 80,45. sementara rata-rata nilai dikelas kontrol dari 40,88 meningkat menjadi 73,76.

Tabel 5 Hasil Uji Independen T-test

Kelas	t	Mean	Std. Dev	Sig. (2-tailed)
Kontrol	-3.499	73,76	5,380	0,001
Eksperimen	-3.537	80,45	6,117	0,001

Sumber: Hasil Olahan SPSS 30 Tahun 2025

Hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 5 menunjukkan nilai Signifikansi (2-ekor) sebesar 0,001, yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05 (Wahyuni et al., 2021). Dengan demikian, terdapat perbedaan yang statistik secara signifikan antara rerata skor *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rerata skor pada kelas eksperimen tercatat sebesar 73,76, sementara rerata skor pada kelas kontrol mencapai 80,45. Hal ini menyatakan penerapan PBL berbasis AI menghasilkan belajar lebih tinggi daripada metode belajar tradisional. Perbedaan ini menegaskan bahwa penggunaan teknologi AI dalam pembelajaran mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif sehingga siswa mampu mengasah kemampuan berpikir kritis dengan lebih optimal.

Tabel 6 Hasil Uji N-Gain

Kelas	Rata-rata (%)	Kategori
Kontrol	59,44	Sedang
Eksperimen	71,70	Tinggi

Sumber: Hasil Olahan SPSS 30 Tahun 2025

Dari hasil perhitungan diperoleh rata-rata N-Gain dikelas kontrol sebanyak 59,44% dalam kategori sedang dan dikelas eksperimen sebanyak 71,70% dengan kategori tinggi. Temuan ini mengindikasikan pada kemampuan berpikir kritis siswa meningkat dikelas eksperimen sangat tinggi dibandingkan dikelas kontrol.

Uji *effect size* dilakukan agar memahami intensitasnya berdampak pada model belajar PBL berbasis AI terhadap kemampuan siswa dalam berpikir kritis agar menerapkan rumus efek cohen'd, sebagai berikut:

$$ES = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_c}$$

$$ES = \frac{80,45 - 73,76}{5,791}$$

$$ES = 1,165$$

Pengujian *effect size* dengan penggunaan rumus cohen's d menyatakan angka 1,165 dengan kategori yang sangat besar. Nilai ini menandakan bahwa dampak dari model

pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang didukung oleh Artificial Intelligence (AI) untuk kemampuan berpikir kritis pelajar sangat kuat dan signifikan secara praktis. Uji *effect size* sebesar ini memperkuat temuan uji t yang juga menyatakan perbandingan signifikansi ($p < 0,05$) pada kelompok eksperimen dan kontrol pasca perlakuan. Artinya, intervensi model PBL dengan dukungan AI sangat efektif agar keterampilan berpikir kritisnya meningkat daripada metode belajar tradisional.

Uji *effect size* ini dengan nilai lebih tinggi dibandingkan beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan PBL tanpa AI atau media lain, dimana *effect size* rata-rata hanya berada pada kisaran sedang hingga besar (0,5-0,8) (Arifin & Prasetyo, 2025). Penerapan AI sebagai media pembelajaran menguatkan dampak pembelajaran PBL dengan menyediakan stimulasi kognitif yang lebih intens dan interaktif.

Setelah menerapkan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) terintegrasi dengan Artificial Intelligence (AI), ditemukan kemampuan berpikir kritis siswa meningkat secara signifikan. Rata-rata skor kemampuan berpikir kritis dikelas eksperimen naik dari 40,85 (*pretest*) menjadi 80,45 (*posttest*), menyatakan kelas eksperimen meningkat dengan sangat besar dari pada dikelas kontrol hanya meningkat 73,76.

Kemampuan interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi sesuai indikator Facione ialah alat ukur kemampuan berpikir kritis (2020). Model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis Artificial Intelligence (AI) ini berhasil membangkitkan keaktifan diskusi, kemampuan argumen logis, serta kemampuan reflektif terhadap matematika barisan dan deret.

Pada tahap pemberian masalah kontekstual, siswa dihadapkan pada permasalahan barisan dan deret pada aktivitas harian. DeepSeek AI mendukung dalam memvisualisasikan pola bilangan yang abstrak menjadi bentuk yang lebih konkret (misalnya, grafik pertumbuhan atau animasi deret). Hal ini memudahkan siswa menginterpretasikan masalah nyata ke dalam bahasa matematika.

Dalam implementasi PBL berbasis AI, siswa dilatih untuk mengidentifikasi dan menafsirkan informasi penting dari soal cerita yang kompleks, serta memahami hubungan kausal dalam data melalui eksplorasi berbagai skenario dengan Deepseek AI. Sesuai dengan hal ini pada temuan Ito dkk (2021) menunjukkan bahwa sistem PBL daring dilengkapi dengan platform digital dan chatbot memfasilitasi siswa untuk terbiasa dalam menginterpretasikan informasi dan berkomunikasi secara digital (Nizan, 2023). Dukungan ini diperkuat oleh penelitian Nujum & Hadi (2025) yang membuktikan bahwa PBL berbantuan Deepseek AI secara signifikan kemampuan peserta didik meningkat pada penafsiran dan pemahaman inti dari permasalahan menjadi fondasi awal dari berpikir kritis.

Kemampuan analisis siswa terasah ketika mereka secara aktif membedakan jenis barisan, menganalisis komponen permasalahan, dan menelaah pola dari suku ke suku dengan bantuan tabel yang disajikan oleh Deepseek AI. Proses dekonstruksi masalah ini didukung kuat oleh teori dari Simangunsong dkk (2024) yang menyimpulkan bahwa PBL berbasis AI terbukti meningkatkan kemampuan analisis siswa dalam kategori "sedang". Selain itu, penelitian Ito dkk (2021) mengenai sistem PBL yang terdiri dari mesin Deepseek AI dan basis data pengetahuan memberikan kerangka teoritis bahwa infrastruktur teknologi semacam itu memang dirancang untuk mendukung proses analisis yang mendalam dan terstruktur.

Sikap kritis dan kemampuan evaluasi dikembangkan dengan melatih siswa untuk tidak secara pasif menerima output dari Deepseek AI, tetapi dengan memeriksa konsistensi langkah-langkahnya dan membandingkannya dengan sumber atau pengetahuan lain. Praktik evaluatif ini memiliki dasar yang kuat dalam penelitian Purti dkk (2024), yang menggunakan uji hipotesis pre-test dan post-test sebagai bentuk evaluasi agar membuktikan signifikansi dampak model belajarnya. Proses validasi yang dilakukan siswa di kelas Anda merupakan refleksi langsung dari semangat evaluasi yang ditunjukkan dalam penelitian tersebut, yang mengarah pada pembentukan sikap kritis dan tidak mudah percaya terhadap teknologi.

Pada tahap refleksi, siswa didorong untuk menyimpulkan konsep inti barisan dan deret secara mandiri melalui proses inferensi induktif, yaitu menarik kesimpulan umum berdasarkan beragam contoh khusus yang telah dieksplorasi. Kemampuan membuat inferensi ini didasarkan pada hasil penelitian Nujum & Hadi (2025) dengan menunjukkan adanya perkembangan yang penting dalam kemampuan berpikir kritis peserta didik, sehingga mencakup kemampuan menyimpulkan. Selain itu, penelitian Simangunsong dkk (2024) menegaskan bahwa PBL berbantuan Deepseek AI menjadi solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir siswa, dimana proses inferensi adalah bagian kognitif yang paling puncak, menyatukan seluruh pemahaman yang telah dibangun melalui interpretasi, analisis, dan evaluasi.

Selain peningkatan di atas, aktivitas pembelajaran dikelas eksperimen menunjukkan tingkat keaktifan yang tinggi, diantaranya keterlibatan aktif dalam diskusi kelompok, pemanfaatan AI untuk mengeksplorasi dan menstimulasikan masalah matematika, serta kolaborasi dan komunikasi ilmiah yang baik antar peserta didik.

Penelitian ini berbeda dengan studi oleh Santoso (2023) yang pada aplikasinya menggunakan media video, penelitian (Dewi & Harjo, 2024) yang fokus pada LKPD interaktif, dimana penggunaan AI sebagai media pembelajaran dan keterlibatan siswa lebih jauh, memungkinkan pemecahan masalah kreatif dan kontekstual yang lebih tinggi.

Hal ini juga memperhatikan keunggulan *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis Artificial Intelligence (AI) dibandingkan metode konvensional yang cenderung membuat peserta didik pasif dan kurang mengembangkan berpikir tingkat tinggi. Hasil observasi aktivitas guru yang sangat baik dalam menerapkan model serta reaktivitas peserta didik menjadi faktor pendukung utama keberhasilan peningkatan kemampuan berpikir kritis.

Secara metodologi, penelitian ini juga memperkuat keabsahan dan konsistensi pengukuran berpikir kritis dengan skor nilai Cronbach Alpha yang mencapai 0,873 dengan cukup baik. Analisis prasyarat misalnya normalitas dan kesamaan varian juga menunjukkan data memenuhi kriteria statistik parametrik sehingga hasil pengujian efek menjadi valid dan dapat dipercaya.

Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang didukung oleh Artificial Intelligence (AI) berperan penting agar kemampuan berpikir kritis pelajar SMA Muhammadiyah Bangkinang meningkat. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dan efek yang sangat besar dibandingkan metode belajar yang tradisional.

Perbedaan antara kajian ini dengan kajian yang telah dilakukan sebelumnya adalah pemanfaatan AI sebagai alat belajar dengan meningkatnya interaktivitas, partisipasi pelajar, dan stimulasi pemikiran kritis secara kontekstual. Observasi aktivitas guru dan peserta didik secara rinci juga menambah nilai keabsahan analisis keberhasilan model pembelajaran ini.

4. SIMPULAN

yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis Artificial Intelligence (AI) merupakan pendekatan pembelajaran yang efektif dan inovatif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Model ini memadukan interaksi aktif peserta didik dalam memecahkan masalah dengan bantuan teknologi AI yang memberikan stimulasi belajar kontekstual dan umpan balik adaptif. Di SMA Muhammadiyah Bangkinang, penerapan model ini berhasil menciptakan suasana pembelajaran yang kondusif dan meningkatkan keaktifan peserta didik dalam diskusi, kolaborasi, serta pemanfaatan AI dalam menyelesaikan masalah matematika barisan dan deret.

Kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah penerapan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis Artificial Intelligence (AI) mengalami peningkatan signifikan. Rata-rata skor *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen meningkat dari 40,85 menjadi 80,45 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang menggunakan metode konvensional. Peningkatan tersebut mencakup aspek interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensial yang sesuai dengan indikator Facione (2020).

Aktivitas pembelajaran penggunaan AI juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional yang cenderung pasif.

Berdasarkan hasil analisis statistik, penerapan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI) menunjukkan pengaruh yang sangat besar terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dilihat dari nilai *effect size* 1,165 (kategori efek tinggi). Hal ini memperkuat hasil uji t yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada *posttest*. Model ini terbukti lebih efektif dibandingkan dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) tanpa *Artificial Intelligence* (AI) atau metode pembelajaran lain yang pernah dilakukan dalam penelitian sebelumnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi arahan serta bimbingan selama penulisan artikel ini.

6. REKOMENDASI

Diharapkan pendidik terus meningkatkan kompetensi dan mengikuti pelatihan terkait PBL dan teknologi AI agar mampu mengikuti perkembangan inovasi pembelajaran yang dapat mendukung peserta didik. Diharapkan institusi dapat mengintegrasikan *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dalam kurikulum pembelajaran, mengingat efektivitasnya dalam meningkatkan berpikir kritis peserta didik. Diharapkan peneliti selanjutnya mengembangkan penelitian ini dengan memperluas cakupan materi pembelajaran atau jenjang pendidikan lainnya serta melakukan penelitian longitudinal untuk melihat dampak jangka panjang model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI).

7. REFERENSI

- Amamou, S., & Cheniti-Belcadhi, L. (2018). Tutoring in Project-Based Learning. *Procedia Computer Science*, 126, 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.221>
- Astawayasa, K. G., Widana, I. W., & Adi, I. N. R. (2022). Pengembangan Asesment Hots Mata Pelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 129.
- Chaffee, J. (2017). *Thinking critically. 12th edition*.
- Emily R, L. (2011). *Critical Thinking: A Literature Review*. Research Report. Always Learning. *Pearson*.
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. *Emeritus Professor, University of Illinois Last Revised, May, 2011*.
- Facione, P. a. (2020). *Critical Thinking : What It Is and Why It Counts*. *Insight Assessment, ISBN 13: 978-1-891557-07-1*, 1–28.

- Habibah, S. M., & Hapsan, A. (Eds.). (2024). Model *problem-based learning* (PBL) dalam pembelajaran sejarah. *CV. Ruang Tentor*.
- Hadim, H. A., & Esche, S. K. (2002). Enhancing the engineering curriculum through project-based learning. *Proceedings - Frontiers in Education Conference*, 2(February 2002). <https://doi.org/10.1109/fie.2002.1158200>
- Halil TURGUT. (2008). Prospective Science Teachers ' Conceptualizations About Project Based. *International Journal of Instruction*, 1(1), 62–79.
- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2017). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Refika Aditama.
- Nizan. (2023). Pentingnya Literasi Digital. *Jurnal Teknologi Informasi*, 10(2), 123-135.
- Nufus, H., & Kusaeri, A. (2020). Analisis Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Memecahkan Masalah Geometri. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 5(2), 49–55.
- Ruiz Viruel, S., Sánchez Rivas, E., & Ruiz Palmero, J. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Project-Based Learning: Teacher Perceptions and Pedagogical Implications. *Education Sciences*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/educsci15020150>
- Simangunsong, I. T., Uskenat, K., Gebze, D. A., Fisika, P., Musamus, U., Kamizaun, J., Lama, M., & Jaya, R. (2024). *Jurnal Pendidikan Fisika PROBLEM BASED LEARNING BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON STUDENTS ' THINKING SKILLS*. 13, 41–47.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Susiyanti, Y., Juandi, D., & Suparman. (2022). Does Project-Based Learning Have a Positive Effect on Student' Mathematical Critical Thinking Skills? A Meta-Analysis. *AIP Conference Proceedings*, 2468(December). <https://doi.org/10.1063/5.0102486>
- Wahyuni, S. E., Tendri, M., & Kusumawati, N. I. (2021). *Hubungan Gaya Belajar Dengan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Palembang*. 3(2), 208–.
- World Economic Forum. (2022). The future of jobs report 2020 | world economic forum. *The Future of Jobs Report*, October, 1163.