

Efektivitas *Problem-Based Learning* Berbasis AI dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Digital Siswa SMA: Studi Kuasi-Eksperimen

Frikson Jony Purba*, Paska Sriulina Tarigan, Aldo Yehezkiel Aritonang
Universitas Katolik Santo Thomas, Medan, Indonesia

*Corresponding Author: purbafrikson@gmail.com

Dikirim: 20-12-2025; Direvisi: 03-01-2026; Diterima: 08-01-2026

Abstrak: Era digital menuntut penguasaan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital sebagai kompetensi utama abad ke-21. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa kelas XI SMA pada pembelajaran Fisika materi Keseimbangan Benda Tegar. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan pola *pretest-posttest non-equivalent control group*. Subjek penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan PBL berbasis AI dan kelas kontrol yang menerapkan PBL konvensional. Instrumen penelitian meliputi tes kemampuan berpikir kritis dan angket literasi digital yang mencakup aspek akses informasi, evaluasi, pemanfaatan, etika, dan keamanan digital. Data dianalisis menggunakan uji statistik inferensial untuk melihat perbedaan peningkatan antar kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital pada kedua kelompok, namun peningkatan pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Integrasi AI dalam PBL terbukti mampu memberikan umpan balik adaptif, memperkaya sumber belajar, serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pemecahan masalah. Temuan ini menunjukkan bahwa PBL berbasis AI efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa secara simultan, serta berpotensi menjadi alternatif model pembelajaran inovatif yang relevan untuk mendukung penguatan kompetensi abad ke-21 di tingkat sekolah menengah.

Kata Kunci: *Problem Based Learning*; *Artificial Intelligence*; Berpikir Kritis; Literasi Digital.

Abstract: Era digital menuntut penguasaan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital sebagai kompetensi utama abad ke-21. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa kelas XI SMA pada pembelajaran Fisika materi Keseimbangan Benda Tegar. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan pola *pretest-posttest non-equivalent control group*. Subjek penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan PBL berbasis AI dan kelas kontrol yang menerapkan PBL konvensional. Instrumen penelitian meliputi tes kemampuan berpikir kritis dan angket literasi digital yang mencakup aspek akses informasi, evaluasi, pemanfaatan, etika, dan keamanan digital. Data dianalisis menggunakan uji statistik inferensial untuk melihat perbedaan peningkatan antar kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital pada kedua kelompok, namun peningkatan pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Integrasi AI dalam PBL terbukti mampu memberikan umpan balik adaptif, memperkaya sumber belajar, serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pemecahan masalah. Temuan ini menunjukkan bahwa PBL berbasis AI efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa secara simultan, serta berpotensi menjadi model alternatif pembelajaran inovatif yang relevan untuk mendukung penguatan kompetensi abad ke-21 di tingkat sekolah menengah.

Keywords: Problem Based Learning; Artificial Intelligence; Critical Thinking; Digital Literacy.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam dua dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Transformasi digital tidak hanya mengubah cara manusia berinteraksi dan bekerja, tetapi juga melahirkan paradigma baru dalam proses pembelajaran. Salah satu inovasi teknologi yang berkembang pesat adalah kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI), yang kini telah dimanfaatkan di berbagai bidang, termasuk pendidikan. Pemanfaatan AI ini berpotensi meningkatkan kualitas proses belajar melalui penyediaan pengalaman belajar yang lebih personal, adaptif, dan efisien, sejalan dengan tuntutan global terkait penguasaan kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, literasi digital, kreativitas, dan kolaborasi (Gadot and Tsybulsky 2025). Dalam konteks pembelajaran, AI berpotensi meningkatkan kualitas proses belajar melalui penyediaan pengalaman belajar yang lebih personal, adaptif, dan efisien (Katona and Klara 2025). Kondisi ini sejalan dengan tuntutan global yang menekankan pentingnya penguasaan kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, literasi digital, kreativitas, dan kolaborasi. AI dalam konteks pembelajaran berperan sebagai pendukung kognitif yang mampu memberikan umpan balik adaptif, analisis kebutuhan belajar, serta scaffolding berpikir tingkat tinggi secara berkelanjutan (Chiu, et al. 2023).

Namun, realitas pembelajaran di sekolah menengah atas menunjukkan bahwa penguasaan keterampilan tersebut belum berkembang secara optimal. Berdasarkan hasil observasi awal dan diskusi dengan guru Fisika di salah satu SMA tempat penelitian dilakukan, ditemukan bahwa sebagian besar siswa kelas XI masih mengalami kesulitan dalam menganalisis permasalahan kontekstual, mengaitkan konsep fisika dengan fenomena nyata, serta menyusun solusi berdasarkan penalaran logis. Proses pembelajaran Fisika masih didominasi oleh pendekatan prosedural dan berorientasi pada penyelesaian soal rutin, sehingga siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep secara mendalam. Akibatnya, kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya pada materi Keseimbangan Benda Tegar, berada pada kategori sedang hingga rendah, yang tercermin dari hasil evaluasi formatif dan rendahnya kualitas argumen siswa saat diskusi kelas. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pembelajaran fisika yang tidak berbasis masalah kontekstual cenderung kurang efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Purba 2020).

Selain itu, meskipun siswa merupakan generasi digital yang akrab dengan teknologi, tingkat literasi digital mereka belum sepenuhnya berkembang secara kritis dan bertanggung jawab. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran masih terbatas pada pencarian jawaban instan melalui internet tanpa proses evaluasi sumber yang memadai. Siswa belum terbiasa menilai kredibilitas informasi, memanfaatkan teknologi sebagai sarana pemecahan masalah, serta menerapkan etika dan keamanan digital dalam aktivitas belajar. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tingginya akses teknologi dengan rendahnya kualitas pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran.



Salah satu model pembelajaran yang dinilai relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Problem-Based Learning* (PBL), yaitu model pembelajaran yang menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal proses belajar. PBL terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, dan kerja sama antarsiswa (N. Hidayati 2021). Namun, implementasi PBL secara konvensional di sekolah masih menghadapi kendala, seperti keterbatasan waktu guru dalam memberikan bimbingan individual, kesulitan memfasilitasi kebutuhan belajar siswa yang beragam, serta minimnya umpan balik yang bersifat adaptif.

Dalam konteks inilah integrasi AI ke dalam PBL menjadi relevan sebagai solusi inovatif. Pemanfaatan AI memungkinkan penyediaan umpan balik real-time, rekomendasi belajar yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa, serta dukungan kognitif selama proses pemecahan masalah (Ros, et al. 2022). Integrasi ini diharapkan mampu memperkuat efektivitas PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa, yang mencakup kemampuan menganalisis, mengevaluasi informasi, serta menggunakan teknologi secara etis dan bertanggung jawab (Baki 2025); (Buchan, Bhawra and Katapally 2024).

Berdasarkan permasalahan kontekstual tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengkaji efektivitas Problem-Based Learning berbasis AI dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa SMA pada mata pelajaran Fisika, khususnya materi Keseimbangan Benda Tegar. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi pembelajaran adaptif berbasis AI melalui pemanfaatan ChatGPT sebagai media interaksi kognitif dan Google Classroom sebagai sarana kolaborasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan model pembelajaran inovatif yang kontekstual dan relevan dengan kebutuhan nyata pembelajaran di sekolah menengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi-eksperimen dengan desain pretest dan postes yang melibatkan dua kelompok siswa SMA, yaitu kelompok dengan model PBL dan kelompok dengan model PBL berbasis AI. Pada tahap persiapan, peneliti akan memilih dua sekolah SMA di Kabupaten Deliserdang yang sesuai dengan kriteria penelitian. Mata pelajaran yang dipilih adalah Fisika dengan materi pembelajaran Keseimbangan Benda Tegar yang dikembangkan melalui model PBL dan PBL berbasis AI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi digital. Selain itu, dipilih pula platform berbasis AI yang mendukung pembelajaran adaptif dan personalisasi, yakni *ChatGPT* sebagai media percakapan interaktif untuk membangun refleksi kritis serta memberikan umpan balik cepat, serta *Google Classroom* untuk distribusi materi, penugasan, kolaborasi, dan pemantauan perkembangan siswa. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi tes kemampuan berpikir kritis berupa 15 soal uraian tingkat HOTS, serta tes literasi digital berupa 15 soal esai berbasis tugas yang menuntut penggunaan teknologi untuk mengakses informasi, menganalisis data, dan menghasilkan solusi. Kedua instrumen diuji coba terlebih dahulu pada siswa di luar sampel untuk memastikan validitas dan reliabilitas.

Tahap pelaksanaan dimulai dengan pemberian pretestt pada kedua kelompok untuk mengukur kemampuan awal berpikir kritis dan literasi digital siswa. Selanjutnya, perlakuan pembelajaran diberikan selama delapan minggu. Kelompok A



menerima pembelajaran dengan model PBL, sedangkan kelompok B menggunakan model PBL berbasis AI. Materi yang diajarkan sama, yaitu Fisika dengan materi Keseimbangan Benda tegar dan masalah kontekstual dunia nyata yang menuntut pemecahan masalah kolaboratif. Proses pembelajaran meliputi pemberian masalah, riset dan pengumpulan data, pengembangan solusi, implementasi, hingga evaluasi dan refleksi. Dalam kelompok PBL berbasis AI, siswa memperoleh umpan balik adaptif dari sistem AI sehingga pembelajaran berlangsung lebih personal dan responsif. Setelah periode pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan postes untuk mengukur kembali kemampuan berpikir kritis, literasi digital, dan motivasi mereka.

Tahap analisis data dilakukan melalui dua pendekatan. Analisis deskriptif digunakan untuk membandingkan hasil pretest dan postes dalam rangka melihat perkembangan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital pada kedua kelompok. Sementara itu, analisis inferensial dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian. Pertanyaan utama yang ingin dijawab meliputi: sejauh mana model PBL berbasis AI dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, bagaimana efektivitasnya dalam meningkatkan literasi digital, serta apakah terdapat perbedaan signifikan antara kelompok PBL dan kelompok PBL berbasis AI. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran empiris yang valid mengenai peran AI dalam mendukung pembelajaran inovatif di era digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Kelas Kontrol

Bagian hasil penelitian ini membahas perbandingan penggunaan model *Problem-Based Learning* (PBL) dan PBL berbasis AI dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Permasalahan penelitian berangkat dari kebutuhan akan strategi pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga mendorong siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan mengambil keputusan secara kritis sebagai bekal menghadapi tantangan abad ke-21. Penelitian ini membandingkan hasil belajar antara kelas kontrol yang menerapkan PBL konvensional dan kelas eksperimen yang menggunakan PBL berbasis AI. Penggunaan AI diharapkan memperkaya pengalaman belajar melalui informasi variatif, simulasi, dan umpan balik adaptif. Untuk mengetahui kemampuan awal siswa kelas kontrol, data pretest dianalisis secara statistik deskriptif guna melihat pemusatan, penyebaran, dan rentang nilai.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Nilai Pretest Kelas Kontrol

No	Interval Nilai	F	Persentase (%)
1	20 – 26	2	6,25
2	27 – 33	6	18,75
3	34 – 40	10	31,25
4	41 – 47	3	9,38
5	48 – 54	2	6,25
6	55 – 61	9	28,12
Jumlah		32	100

Berdasarkan distribusi frekuensi nilai pretest kelas kontrol, kemampuan awal siswa menunjukkan variasi yang cukup beragam. Interval nilai 34–40 mendominasi dengan 10 siswa (31,25%), diikuti interval 55–61 sebanyak 9 siswa (28,12%) yang



menunjukkan kemampuan relatif lebih baik. Namun, masih terdapat siswa dengan kemampuan rendah, yaitu 2 siswa (6,25%) pada interval 20–26 dan 6 siswa (18,75%) pada interval 27–33. Nilai rata-rata pretest sebesar 41,72 mengindikasikan bahwa kemampuan awal berpikir kritis siswa kelas kontrol secara umum berada pada kategori rendah hingga sedang. Oleh karena itu, sebelum perlakuan pembelajaran, kemampuan siswa masih memerlukan penguatan. Selanjutnya disajikan hasil postes kelas kontrol untuk melihat capaian belajar setelah penerapan model PBL.

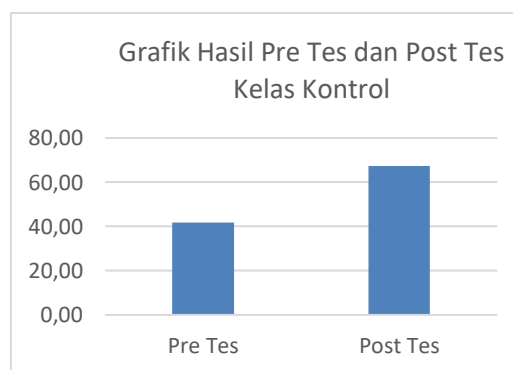
Tabel 2. Statistik Data Postes Kelas Kontrol

No	Statistik	Nilai
1	Rata-rata	67,34
2	Standar Deviasi	13,44
3	Nilai Minimal	45
4	Nilai Maksimal	90

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Nilai Postes Kelas Kontrol

No	Interval Nilai	Frekuensi (F)	Persentase (%)
1	45 – 52	7	21,88
2	53 – 60	9	28,13
3	61 – 68	3	9,38
4	69 – 76	7	21,88
5	77 – 84	2	6,25
6	85 – 92	4	12,50
	Jumlah	32	100

Berdasarkan distribusi frekuensi postes kelas kontrol, terlihat adanya peningkatan kemampuan siswa setelah penerapan model pembelajaran PBL. Interval nilai 53–60 mendominasi dengan 9 siswa (28,13%), menunjukkan sebagian besar siswa berada pada kategori sedang. Interval 45–52 dan 69–76 masing-masing diisi oleh 7 siswa (21,88%), menandakan adanya kelompok dengan kemampuan cukup dan relatif lebih baik. Selain itu, 4 siswa (12,50%) mencapai kategori tinggi pada interval 85–92. Secara keseluruhan, hasil postes menunjukkan peningkatan dibandingkan pretest. Untuk memperjelas perkembangan kemampuan siswa sebelum dan sesudah perlakuan, data pretest dan postes kelas kontrol selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik agar perbandingan distribusi nilai dapat diamati secara visual dan komprehensif.



Gambar 1. Garfik Hasil *Pretest* dan *Postes*

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa nilai rata-rata pre tes kelas kontrol berada pada kisaran sekitar 40. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum pembelajaran dilaksanakan, kemampuan awal siswa masih tergolong rendah hingga sedang. Setelah proses pembelajaran berlangsung, nilai rata-rata post tes mengalami peningkatan

hingga sekitar 65–70. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan pada kelas kontrol tetap memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan hasil belajar siswa.

Namun demikian, meskipun terjadi peningkatan dari pre tes ke post tes, selisih kenaikan nilai pada kelas kontrol menunjukkan peningkatan yang bersifat moderat. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran yang diterapkan belum sepenuhnya mengoptimalkan potensi peningkatan kemampuan siswa secara maksimal, khususnya pada aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dengan kata lain, kelas kontrol mengalami perkembangan belajar, tetapi peningkatannya masih terbatas jika dibandingkan dengan model pembelajaran inovatif yang melibatkan pendekatan dan dukungan teknologi yang lebih adaptif.

Secara keseluruhan, grafik ini menggambarkan bahwa pembelajaran konvensional atau PBL tanpa dukungan AI tetap mampu meningkatkan hasil belajar siswa, namun peningkatan tersebut cenderung belum optimal. Temuan ini menjadi dasar pembandingan yang penting untuk menilai efektivitas perlakuan pada kelas eksperimen dalam penelitian, khususnya dalam melihat sejauh mana integrasi teknologi atau pendekatan inovatif mampu menghasilkan peningkatan yang lebih signifikan.

Analisis Data Kelas Eksperimen

Kelas eksperimen ini merupakan kelompok siswa yang memperoleh pembelajaran menggunakan model PBL berbasis AI. Penyajian data pada bagian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan awal siswa melalui *pretest* serta peningkatan hasil belajar setelah diberikan perlakuan pembelajaran. Dengan demikian, data dari kelas eksperimen akan menjadi pembandingan terhadap kelas kontrol, sehingga dapat dilihat sejauh mana efektivitas penerapan PBL berbasis AI dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Untuk memperoleh gambaran mengenai kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen, dilakukan analisis statistik deskriptif terhadap hasil *pretest*. Analisis ini bertujuan untuk melihat rata-rata capaian, tingkat sebaran data, serta rentang nilai yang diperoleh siswa sebelum diberikan perlakuan pembelajaran dengan PBL berbasis AI. Hasil perhitungan statistik *pretest* kelas eksperimen ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Nilai Pretest Kelas Eksperimen

No	Interval Nilai	(F)	Persentase (%)
1	10 – 18	1	3,23
2	19 – 27	1	3,23
3	28 – 36	6	19,35
4	37 – 45	9	29,03
5	46 – 54	7	22,58
6	55 – 63	5	16,13
7	64 – 72	2	6,45
	Jumlah	31	100

Berdasarkan distribusi frekuensi *pretest* pada kelas eksperimen, kemampuan awal berpikir kritis siswa menunjukkan tingkat variasi yang cukup beragam. Interval skor 37–45 mendominasi dengan jumlah 9 siswa atau sebesar 29,03%, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori kemampuan sedang. Selanjutnya, interval 46–54 diisi oleh 7 siswa atau 22,58%, yang menunjukkan adanya kelompok siswa dengan kemampuan berpikir kritis yang relatif lebih baik



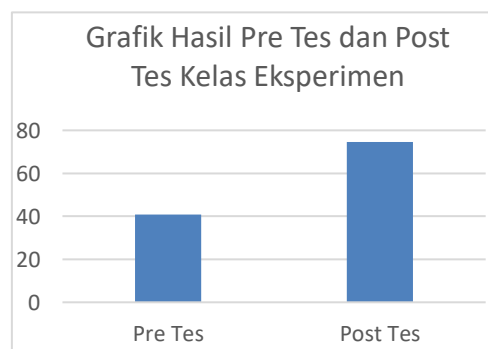
dibandingkan rata-rata kelas. Meskipun demikian, hasil pretest juga memperlihatkan adanya siswa dengan kemampuan berpikir kritis yang masih rendah, yaitu masing-masing 1 siswa atau 3,23% pada interval skor 10–18 dan 19–27. Kondisi ini mencerminkan ketimpangan kemampuan awal antar siswa dalam kelas eksperimen. Nilai rata-rata pretest sebesar 42,90 menegaskan bahwa secara umum kemampuan awal berpikir kritis siswa berada pada kategori sedang, namun belum optimal. Temuan ini menunjukkan perlunya penerapan model pembelajaran yang mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan siswa dan mendorong peningkatan berpikir kritis secara lebih merata. Oleh karena itu, penerapan model *Problem-Based Learning* berbasis AI diharapkan dapat memberikan stimulus pembelajaran yang adaptif, interaktif, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, yang selanjutnya akan dianalisis melalui hasil postes kelas eksperimen.

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Nilai Postes Kelas Eksperimen

No	Interval Nilai	Frekuensi (F)	Persentase (%)
1	50 – 56	2	6,45
2	57 – 63	4	12,90
3	64 – 70	7	22,58
4	71 – 77	4	12,90
5	78 – 84	6	19,35
6	85 – 91	8	25,81
Jumlah		31	100

Dari tabel diatas terlihat adanya peningkatan yang cukup signifikan dibandingkan dengan hasil pretest. Sebagian besar siswa terkonsentrasi pada interval 85–91 dengan jumlah 8 siswa (25,81%). Selain itu, terdapat 7 siswa (22,58%) pada interval 64–70 dan 6 siswa (19,35%) pada interval 78–84, yang menggambarkan bahwa mayoritas siswa mampu meraih skor di atas rata-rata kelas. Hanya sebagian kecil siswa yang masih berada pada kategori rendah, yaitu 2 siswa (6,45%) pada interval 50–56.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai perbedaan distribusi nilai siswa pada saat pretest dan postes kelas eksperimen, maka data tersebut disajikan pula dalam bentuk grafik. Penyajian grafik ini dimaksudkan agar pergeseran capaian siswa dapat diamati secara visual sehingga pola peningkatan terlihat lebih nyata.



Gambar 2. Garfik Hasil Pretest dan Postes Kelas Eksperimen

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa nilai rata-rata pre tes kelas eksperimen berada pada kisaran sekitar 40, yang mencerminkan kemampuan awal berpikir kritis siswa masih berada pada kategori sedang. Setelah penerapan model *Problem-Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence*, nilai rata-rata posttest mengalami peningkatan

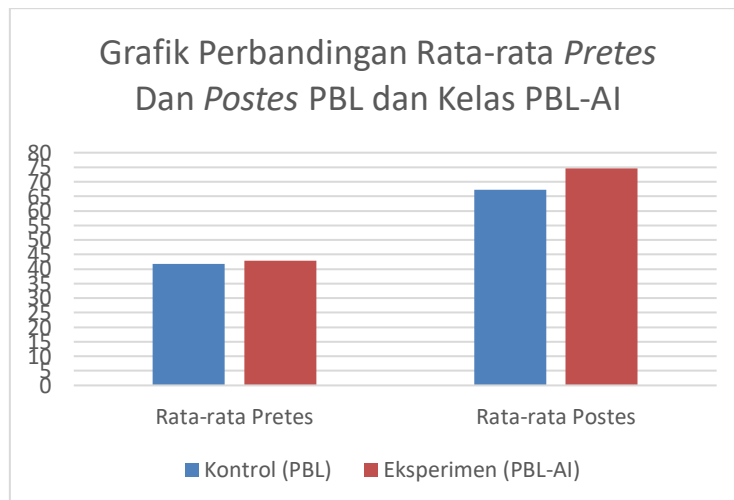
yang cukup signifikan hingga berada pada kisaran sekitar 75. Kenaikan ini menunjukkan adanya perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa yang lebih optimal dibandingkan kondisi awal sebelum perlakuan diberikan.

Peningkatan yang relatif besar antara pre tes dan post tes mengindikasikan bahwa integrasi AI dalam model PBL mampu memberikan dukungan belajar yang efektif, seperti penyediaan umpan balik adaptif, pengayaan sumber belajar, dan fasilitasi proses pemecahan masalah secara lebih mendalam. Dengan demikian, grafik ini memperlihatkan bahwa penerapan PBL berbasis AI berkontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen, serta menunjukkan efektivitas model pembelajaran inovatif dalam mendukung pengembangan kompetensi abad ke-21.

Tabel 7. Perbandingan Hasil Pretest dan Postes Kelas Kontrol dan Eksperimen

Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Postes	Peningkatan Rata-rata	Distribusi Nilai Dominan	Persentase
Kontrol (PBL)	41,72	67,34	+25,62	53–60 (28,13%)	12,50%
Eksperimen (PBL-AI)	42,90	74,68	+31,78	85–91 (25,81%)	25,81%

Berdasarkan tabel perbandingan hasil belajar di atas, terlihat bahwa baik kelas kontrol (PBL) maupun kelas eksperimen (PBL-AI) mengalami peningkatan rata-rata nilai dari pretest ke postes. Namun, peningkatan yang terjadi pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Untuk memperjelas perbedaan ini, data dapat disajikan dalam bentuk grafik perbandingan rata-rata *pretest* dan *postes* antara kedua kelas.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Pretest dan Postes Kelas Kontrol dan eksperimen

Grafik tersebut akan memperlihatkan posisi awal kedua kelas yang hampir sama, yaitu 41,72 untuk kelas kontrol dan 42,90 untuk kelas eksperimen. Selanjutnya, grafik juga akan menampilkan kenaikan yang signifikan pada saat postes, di mana kelas kontrol meningkat menjadi 67,34, sedangkan kelas eksperimen naik lebih tinggi hingga mencapai 74,68.

Dengan penyajian grafik, pembaca dapat lebih mudah memahami adanya selisih peningkatan sebesar 25,62 poin pada kelas kontrol dan 31,78 poin pada kelas eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan PBL berbasis AI lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, karena tidak hanya

meningkatkan nilai rata-rata secara lebih besar, tetapi juga mendorong lebih banyak siswa mencapai kategori capaian tinggi.

Analisis Efektivitas Model PBL Berbasis AI dalam Meningkatkan Literasi Digital

Tabel berikut menyajikan hasil penelitian literasi digital siswa SMA yang diberikan kepada siswa pada kelas eksperimen yaitu dengan pembelajaran menggunakan model PBL berbasis AI, dimana soal terdiri dari 15 soal dengan 31 siswa. Setiap siswa diberikan skor sesuai jawaban yang diperoleh, sehingga tabel berikut menampilkan distribusi nilai untuk masing-masing indikator literasi digital.

Tabel 8. Skor per Indikator Literasi Digital

Indikator	Skor Total	Rata-rata	Persentase
Akses Informasi	257	8,3	69% (Sedang)
Evaluasi Informasi	288	9,3	78% (Tinggi)
Pemanfaatan Informasi	253	8,2	68% (Sedang)
Etika Digital	233	7,5	63% (Sedang)
Keamanan Digital	298	9,6	80% (Tinggi)

Tabel skor per indikator literasi digital menunjukkan variasi kemampuan siswa dalam lima aspek utama, yaitu Akses Informasi, Evaluasi Informasi, Pemanfaatan Informasi, Etika Digital, dan Keamanan Digital. Dari data tersebut, terlihat bahwa skor tertinggi diperoleh pada indikator Keamanan Digital sebesar 80% (Tinggi), diikuti Evaluasi Informasi 78% (Tinggi). Sementara itu, indikator Akses Informasi, Pemanfaatan Informasi, dan Etika Digital berada pada kategori sedang, masing-masing 69%, 68%, dan 63%. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa cenderung mampu menilai dan menjaga keamanan informasi yang mereka akses, namun masih membutuhkan penguatan dalam memanfaatkan informasi secara efektif, mengakses sumber yang relevan, serta menerapkan etika digital. Melalui penerapan model Problem-Based Learning (PBL) berbasis AI, siswa dihadapkan pada masalah dunia nyata yang menuntut penggunaan teknologi dan informasi digital secara aktif. Proses ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan evaluasi informasi dan keamanan digital, yang terlihat dari skor tinggi pada kedua indikator tersebut.

Secara keseluruhan, pola skor ini mengindikasikan bahwa model PBL berbasis AI efektif dalam meningkatkan literasi digital, terutama pada aspek evaluasi dan keamanan informasi. Namun, strategi tambahan perlu diterapkan untuk memperkuat akses, pemanfaatan, dan etika digital agar literasi digital siswa lebih menyeluruh.

Uji Hipotesis

Setelah data dinyatakan berkontribusi normal dan sampel berasal dari populasi yang sama, maka selanjutnya dapat dilakukan pengujian hipotesis “Uji t” statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis penelitian adalah uji-t hipotesis yang diajukan adalah,

H_0 : Tidak ada pengaruh penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbasis AI.

H_a : Terdapat pengaruh pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbasis AI.



Kriteria uji-t dapat dikatakan signifikan apabila diperoleh harga $p \leq 0.05$. serta hipotesis diterima (H_a) jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ dan ditolak (H_0) jika $t_{hitung} < t_{tabel}$. Hasil perhitungan hipotesis uji t dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Sesuai dengan hasil penelitian yang telah diperoleh pada hasil postes kelas kontrol dan eksperimen maka dapat dituliskan kedalam bentuk tabel berikut:

Tabel 9. Rata-rata dan Standar Deviasi Posttest Siswa

Kelas	Rata-rata	Standar Deviasi	Jumlah Siswa
Kontrol (PBL)	67,34	12,29	32
Eksperimen (PBL-AI)	74,68	13,71	31

Tabel diatas terlihat bahwa rata-rata *posttest* siswa pada kelas eksperimen adalah 74,68 lebih tinggi dibandingkan rata-rata *posttest* kelas kontrol 67,34 hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital pada kelas yang menggunakan PBL berbasis AI. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan uji t maka diperoleh nilai t-hitungnya adalah sebesar 2,41 sedangkan nilai t-tabel 1,67. Ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $2,41 > 1,67$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa kelas PBL konvensional dan PBL berbasis AI. Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan model PBL berbasis AI lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dibandingkan model PBL.

PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada efektivitas penerapan Problem-Based Learning (PBL) berbasis Artificial Intelligence (AI) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa SMA dibandingkan dengan PBL konvensional. Berdasarkan hasil analisis data, baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen sama-sama mengalami peningkatan kemampuan dari pretest ke postes. Namun demikian, besarnya peningkatan dan kualitas capaian belajar siswa pada kelas eksperimen menunjukkan hasil yang lebih unggul dibandingkan kelas kontrol. Pada kelas kontrol yang menerapkan PBL konvensional, rata-rata nilai meningkat dari 41,72 menjadi 67,34 dengan selisih peningkatan sebesar 25,62 poin. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa PBL secara umum efektif dalam mendorong siswa untuk memahami masalah, berdiskusi, dan menemukan solusi. Akan tetapi, distribusi nilai postes kelas kontrol masih didominasi kategori sedang, dengan jumlah siswa yang mencapai kategori tinggi relatif terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa PBL tanpa dukungan teknologi adaptif belum sepenuhnya mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan siswa dan memberikan bimbingan individual secara optimal, khususnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Sebaliknya, pada kelas eksperimen yang menggunakan PBL berbasis AI, rata-rata nilai meningkat dari 42,90 menjadi 74,68 dengan peningkatan sebesar 31,78 poin. Selain peningkatan rata-rata yang lebih besar, distribusi nilai postes juga menunjukkan



pergeseran signifikan ke kategori tinggi, di mana interval nilai 85–91 menjadi yang paling dominan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi AI dalam PBL memberikan dampak positif yang lebih kuat terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. AI berperan sebagai pendukung pembelajaran melalui penyediaan umpan balik adaptif, rekomendasi sumber belajar, serta bantuan dalam proses analisis dan pemecahan masalah, sehingga siswa dapat belajar secara lebih mandiri dan terarah.

Hasil uji hipotesis menggunakan uji-t memperkuat temuan tersebut, dengan nilai t-hitung sebesar 2,41 lebih besar daripada t-tabel 1,67. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, sehingga dapat disimpulkan bahwa PBL berbasis AI lebih efektif dibandingkan PBL konvensional dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa. Temuan ini konsisten dengan penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa AI mampu mendukung kreativitas, pemecahan masalah, serta personalisasi pembelajaran (Novtiana, Harmanto and Nuaimah 2024); (Krakowski, et al. 2023); (Simanungkalit, et al. 2024)).

Selain berpikir kritis, hasil analisis literasi digital pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa indikator evaluasi informasi dan keamanan digital berada pada kategori tinggi, sedangkan akses informasi, pemanfaatan informasi, dan etika digital berada pada kategori sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa PBL berbasis AI efektif dalam mendorong siswa untuk menilai kredibilitas informasi dan menjaga keamanan digital, namun masih memerlukan strategi pendampingan lebih lanjut untuk memperkuat pemanfaatan informasi dan etika digital secara komprehensif. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi AI dalam PBL tidak hanya meningkatkan capaian kognitif siswa, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan literasi digital sebagai kompetensi penting abad ke-21.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem-Based Learning* berbasis AI terbukti lebih efektif dibandingkan PBL konvensional dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa SMA. Data menunjukkan peningkatan signifikan pada rata-rata nilai *postes*, distribusi siswa di kategori tinggi, serta skor literasi digital pada aspek evaluasi informasi dan keamanan digital. Hal ini menegaskan bahwa integrasi AI dalam PBL tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga memberikan umpan balik adaptif, simulasi interaktif, serta sumber informasi yang variatif, sehingga siswa mampu berpikir lebih analitis, kritis, dan bertanggung jawab dalam memanfaatkan teknologi.

Dengan demikian, PBL berbasis AI dapat dijadikan strategi pembelajaran yang efektif untuk menghadapi tantangan abad ke-21, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, dan meningkatkan literasi digital siswa. Rekomendasi penelitian selanjutnya adalah memperluas penerapan PBL-AI pada mata pelajaran lain serta menyesuaikan pendekatan pembelajaran dengan kebutuhan individual siswa untuk hasil yang lebih optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Baki, Yasemin. 2025. "The Impact of Critical Listening and Critical Reading on Critical Thinking." *Behavioral Sciences* 15 (1): 2-29. doi:10.3390/bs15010034.
- Buchan, M. Claire , Jasmin Bhawra, and Tarun Reddy Katapally. 2024. "Navigating the digital world: development of an evidence-based digital literacy program and assessment tool for youth." *Smart Learning Environments* 11 (8): 1-24. doi:10.1186/s40561-024-00293-x.
- Chiu, Thomas K.F., Qi Xia, Xinyan Zhou , Ching Sing Chai , and Miaoting Cheng . 2023. "Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in educatio." *Computers and Education: Artificial Intelligence* 4: 100118. doi:10.1016/j.caeai.2022.100118.
- Gadot, Rivka, and Dina Tsybulsky. 2025. "Taxonomy of digital curation activities that promote critical thinking." *Smart Learning Environments* 12 (17): 1-16.
- Katona, Jozsef, and Ida Katonane Gyonyoru Klara. 2025. "“Integrating AI-based adaptive learning into the flipped classroom model to enhance engagement and learning outcomes,”." *Comput. Educ.* 8: 9-16. doi: 10.1016/j.caeai.2025.100392.
- Krakovski, Ari, Eric Greenwald, Timothy Hurt, Brandie Nonnecke, and Matthew Cannady. 2023. "Authentic Integration of Ethics and AI through Sociotechnical, Problem-Based Learning." *The Thirty-Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence* (AAAI-22) 12774-12782. <https://share.google/NNubWYH2PW9RKZ9WS>.
- N. Hidayati, S. Zubaidah, and S. Amnah. 2021. "The PBL vs. Digital Mind Maps Integrated PBL : Choosing Between the two with a view to Enhance Learners' Critical Thinking,”." *Particip. Educ. Res* 9 (3): 330-343. doi:10.36941/ajis-2020-0018.
- Novtiana, Rizcha, Harmanto, and Sulasun Nuaimah. 2024. "Implementation Of A Problem Based Learning Model With The Assistance Of Ai To Improve Students' Critical Thinking Abilities And Creativity." *Jurnal Ilmu Sosial Mamangan* 12 (3): 1522–1531. <https://share.google/777fHJFeudVzQGz3V>.
- Purba, Frikson Jony. 2020. "ANALISIS RESPON MAHASISWA terhadap PENGGUNAAN GOOGLE CLASSROOM sebagai MEDIA PEMBELAJARAN." *Jurnal Curere* 4 (2): 11-19. doi:10.36764/jc.v4i2.385.
- Ros, Germán, Arántzazu Fraile Rey, Amelia Calonge, and María Dolores López-Carrillo. 2022. "The Design of a Teaching-Learning Sequence on Simple Machines in Elementary Education and its Benefit on Creativity and Self-Regulation." *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 18 (1): 1-22. doi:10.29333/EJMSTE/11487.
- Simanungkalit, Indra, Wardi Wardi, Christian Arief Jaya, and All Fine Loretha. 2024. "The Effectiveness of AI-Based Video to Increase Digital Literacy in Junior High School." *Journal of Curriculum Indonesia* 7 (1): 9-16. <http://www.hipkinjateng.org/jurnal/index.php/jci/article/view/103>.

