

Inovasi Pembelajaran Fisika Abad 21: Efektivitas *Problem Based Learning* Berbasis Artificial Intelligence Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Syamsuriana Basri¹, Napsawati²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muslim Maros

e-mail: syamsuriana@umma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan model pembelajaran berbasis masalah yang terintegrasi kecerdasan buatan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika di Sekolah Menengah Atas. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Jeneponto dengan menggunakan metode eksperimen semu melalui desain kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang diberikan tes awal dan tes akhir. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran berbasis masalah terintegrasi kecerdasan buatan dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi tes kemampuan berpikir kritis, lembar observasi aktivitas belajar peserta didik, serta angket respons peserta didik terhadap proses pembelajaran yang diterapkan. Analisis data dilakukan melalui pengujian peningkatan hasil belajar, pengujian distribusi data, pengujian kesamaan varians, serta pengujian perbedaan rata-rata hasil belajar antara kedua kelas penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Integrasi kecerdasan buatan dalam model pembelajaran berbasis masalah membantu peserta didik menemukan informasi secara lebih cepat, menganalisis permasalahan secara mendalam, serta mengembangkan solusi secara sistematis, mandiri, dan kreatif. Selain itu, peserta didik menunjukkan aktivitas belajar dan respons yang positif selama proses pembelajaran berlangsung. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah terintegrasi kecerdasan buatan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika abad ke-21.

Kata Kunci: Problem Based Learning; Artificial Intelligence; Berpikir Kritis; Pembelajaran Fisika; Inovasi Pembelajaran.

Abstract

This study aimed to analyze the effectiveness of implementing a problem-based learning model integrated with artificial intelligence in improving students' critical thinking skills in

physics learning at the senior high school level. The research was conducted at SMA Negeri 1 Jenepono using a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design. The sample consisted of two classes, namely an experimental class that applied problem-based learning integrated with artificial intelligence and a control class that used conventional learning methods. The research instruments included a critical thinking skills test, observation sheets of students' learning activities, and questionnaires on students' responses toward the learning process. Data analysis was carried out through tests of learning improvement, data normality, homogeneity, and differences in mean scores between the two groups. The results indicate that students in the experimental class achieve higher improvement in critical thinking skills compared to those in the control class. The integration of artificial intelligence into problem-based learning assists students in finding information more efficiently, analyzing problems more deeply, and developing solutions in a systematic, independent, and creative manner. In addition, students demonstrate positive learning activities and responses during the learning process. Therefore, the study concludes that the implementation of problem-based learning integrated with artificial intelligence is effective in enhancing students' critical thinking skills in twenty-first-century physics learning.

Keywords : Problem Based Learning; Artificial Intelligence; Critical Thinking; Physics Learning; Learning Innovation.

LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era digital telah membawa perubahan yang sangat signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya memiliki penguasaan konsep akademik, tetapi juga keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif (Hidayat et al., 2022). Keterampilan tersebut menjadi kompetensi utama yang harus dimiliki peserta didik agar mampu menghadapi tantangan global, perkembangan teknologi, serta dinamika kehidupan modern yang semakin kompleks. Oleh karena itu, proses pembelajaran di sekolah perlu dirancang secara inovatif agar mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif, interaktif, dan berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21.

Pembelajaran fisika sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam memiliki peran penting dalam melatih kemampuan berpikir logis, analitis, dan pemecahan masalah peserta didik. Pembelajaran yang baik harus mampu mendorong peserta didik membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman belajar yang aktif (Sadikin et al., 2024). Dalam pembelajaran fisika, peserta didik tidak hanya dituntut memahami konsep dan rumus, tetapi juga mampu menganalisis fenomena alam, menginterpretasikan data, serta memecahkan masalah berdasarkan penalaran ilmiah (Serway & Jewett, 2014). Namun, pada kenyataannya proses pembelajaran fisika di sekolah masih didominasi metode ceramah dan pembelajaran yang berpusat pada guru sehingga peserta didik cenderung pasif dalam proses pembelajaran (Basri et al., 2024). Kondisi tersebut menyebabkan pembelajaran fisika sering dianggap sulit, abstrak, dan kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik menjadi salah satu tantangan utama dalam pendidikan di Indonesia. Berdasarkan hasil PISA 2022, skor literasi sains Indonesia masih berada di bawah rata-rata Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), sehingga menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam menganalisis dan menyelesaikan masalah ilmiah masih perlu ditingkatkan (OECD, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menganalisis informasi, mengevaluasi data, serta menyelesaikan masalah ilmiah secara sistematis. Berpikir kritis merupakan proses berpikir rasional dan reflektif yang digunakan untuk menentukan keputusan mengenai apa yang harus diyakini atau dilakukan (Azka et al., 2024). Oleh karena itu, kemampuan berpikir kritis perlu dikembangkan melalui proses pembelajaran yang aktif dan berorientasi pada pemecahan masalah.

Implementasi Kurikulum Merdeka semakin mempertegas pentingnya pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau Higher Order Thinking Skills (HOTS). Salah satu model pembelajaran yang dinilai efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah Problem Based Learning (PBL). Pembelajaran berbasis masalah mampu melatih peserta didik untuk berpikir reflektif melalui pengalaman pemecahan masalah nyata. Model Problem Based Learning menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran melalui kegiatan investigasi, diskusi, analisis masalah, dan pencarian solusi secara mandiri maupun kelompok (Arends & I., 2021). Selain meningkatkan hasil belajar, model ini juga mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik (Ardianti et al., 2021).

Di sisi lain, perkembangan teknologi digital pada era revolusi industri 4.0 menghadirkan peluang besar dalam dunia pendidikan melalui pemanfaatan Artificial Intelligence (AI). Artificial Intelligence merupakan teknologi yang dirancang untuk meniru kemampuan berpikir manusia dalam memproses informasi dan menyelesaikan masalah (Waite et al., 2025). Pemanfaatan AI dalam pembelajaran fisika memungkinkan peserta didik memahami konsep-konsep abstrak melalui visualisasi, simulasi, serta penyediaan umpan balik secara cepat dan akurat.

Pengintegrasian Problem Based Learning dengan Artificial Intelligence menjadi salah satu inovasi pembelajaran yang relevan dalam menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21. Dalam implementasinya, peserta didik dihadapkan pada berbagai masalah kontekstual yang berkaitan dengan fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, peserta didik memanfaatkan teknologi Artificial Intelligence untuk mencari informasi, menganalisis data, mengevaluasi solusi, serta menyusun pemecahan masalah secara ilmiah. Oleh karena itu, penggunaan Artificial Intelligence dalam pembelajaran dapat menjadi sarana pendukung yang membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara lebih optimal.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di SMA Negeri 1 Jeneponto, diperoleh data bahwa proses pembelajaran fisika masih cenderung berpusat pada guru dan didominasi metode ceramah. Hasil observasi menunjukkan bahwa sekitar 70% peserta didik lebih banyak menerima penjelasan dari guru dibandingkan terlibat aktif dalam kegiatan diskusi, investigasi, maupun pemecahan masalah. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara

dengan guru fisika, diperoleh informasi bahwa lebih dari 60% peserta didik mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal yang membutuhkan kemampuan analisis, interpretasi data, dan penalaran ilmiah. Nilai hasil evaluasi pembelajaran fisika juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah, ditandai dengan sebagian besar peserta didik belum mampu memberikan alasan ilmiah dan solusi yang sistematis terhadap permasalahan fisika yang diberikan.

Hasil observasi menunjukkan bahwa peserta didik cenderung pasif selama proses pembelajaran berlangsung. Peserta didik lebih sering menunggu penjelasan guru dibandingkan mengemukakan pendapat, bertanya, atau melakukan analisis terhadap permasalahan yang diberikan. Pembelajaran fisika juga masih berfokus pada penyelesaian soal secara matematis dan hafalan rumus tanpa mengaitkan konsep fisika dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Di sisi lain, pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran fisika masih belum optimal, khususnya penggunaan Artificial Intelligence sebagai media pendukung pembelajaran. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan pembelajaran abad ke-21 dengan implementasi pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Jeneponto. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu menciptakan proses belajar yang lebih aktif, interaktif, dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan Problem Based Learning memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika. Penelitian yang dilakukan oleh (Basri et al., 2024) menunjukkan bahwa penerapan Problem Based Learning mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika. Selain itu, penelitian mengenai pengembangan model Problem Based Learning terintegrasi nilai karakter juga menunjukkan bahwa model tersebut efektif meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik (Basri et al., n.d.). Namun demikian, penelitian yang mengkaji integrasi Problem Based Learning dengan Artificial Intelligence dalam pembelajaran fisika masih relatif terbatas, khususnya pada tingkat Sekolah Menengah Atas. Padahal, perkembangan teknologi pendidikan menuntut adanya inovasi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan pemanfaatan teknologi digital secara optimal.

Referensi ini digunakan untuk memperkuat definisi dan indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian, seperti interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes yang digunakan dalam penelitian telah sesuai dengan standar internasional (Facione, P. A. 2020).

Referensi ini mendukung temuan penelitian bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik, memberikan umpan balik yang personal, serta memfasilitasi pemahaman konsep yang lebih mendalam dalam pembelajaran sains. Hal ini sejalan dengan hasil respons positif peserta didik (87%) terhadap pembelajaran PBL berbasis AI (Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini penting dilakukan sebagai upaya menghadirkan inovasi pembelajaran fisika yang sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21. Penelitian ini diangkat karena adanya kebutuhan untuk mengembangkan pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui penerapan

Problem Based Learning berbasis Artificial Intelligence. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran fisika yang lebih adaptif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik di SMA Negeri 1 Jeneponto.

METODE

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui teknik observasi, tes, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi awal proses pembelajaran fisika serta aktivitas peserta didik selama penerapan model *Problem Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence*. Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian untuk memperoleh informasi mengenai aktivitas dan perilaku yang diamati (Okpatrioka, 2023).

Tes digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah penerapan model pembelajaran. Instrumen tes berupa soal uraian yang disusun berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis, seperti kemampuan menganalisis masalah, memberikan alasan logis, mengevaluasi informasi, dan menyusun solusi secara sistematis. Tes merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik berdasarkan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan (Pangestu Hadiningrum, 2021). Tes diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah penerapan pembelajaran.

Wawancara dilakukan kepada guru fisika dan beberapa peserta didik untuk memperoleh data mengenai proses pembelajaran, kendala yang dihadapi, serta tanggapan terhadap penerapan *Problem Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence*. Wawancara digunakan untuk memperoleh informasi secara mendalam melalui interaksi langsung antara peneliti dan responden (Sugiyono & Lestari, 2021). Selain itu, dokumentasi digunakan untuk melengkapi data penelitian berupa foto kegiatan pembelajaran, perangkat pembelajaran, hasil pekerjaan peserta didik, dan data hasil belajar.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data primer diperoleh secara langsung dari peserta didik dan guru fisika SMA Negeri 1 Jeneponto melalui hasil observasi, wawancara, dan tes kemampuan berpikir kritis. Adapun sumber data sekunder diperoleh dari perangkat pembelajaran, dan dokumen pendukung lainnya yang relevan dengan penelitian.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis data kuantitatif. Data kuantitatif berupa hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui nilai rata-rata, persentase, dan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan uji *N-Gain* untuk mengetahui efektivitas penerapan model pembelajaran (Basri et al., 2024). Sementara itu, hasil wawancara digunakan sebagai data pendukung untuk memperkuat hasil penelitian yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Jeneponto pada dua kelas yang terdiri atas kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Artificial Intelligence* (AI),

sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Penelitian dilakukan untuk mengetahui efektivitas penerapan PBL berbasis AI terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika.

HASIL

1. Hasil Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Kemampuan berpikir kritis peserta didik diukur melalui pemberian *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas penelitian. Hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kedua kelas, namun peningkatan pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Tabel 1. Hasil *Pretest* Dan *Posttest* Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	N-Gain	Kategori
Eksperimen	46,25	84,10	0,71	Tinggi
Kontrol	45,80	68,35	0,42	Sedang

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata nilai *pretest* kedua kelas relatif sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik sebelum perlakuan berada pada tingkat yang setara. Setelah penerapan pembelajaran, rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hasil uji N-Gain menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen berada pada kategori tinggi dengan nilai sebesar 0,71, sedangkan kelas kontrol berada pada kategori sedang dengan nilai sebesar 0,42. Data tersebut menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbasis AI lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional.

2. Hasil Uji Normalitas Dan Homogenitas

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas terhadap data hasil penelitian.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data

Kelas	Sig. Pretest	Sig. Posttest	Keterangan
Eksperimen	0,200	0,187	Normal
Kontrol	0,173	0,165	Normal

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada kedua kelas lebih besar dari 0,05 sehingga data berdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Data	Sig.	Keterangan
Pretest dan Posttest	0,214	Homogen

Berdasarkan hasil uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,214 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data kedua kelas homogen.

3. Hasil Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test* untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesis

Data	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Posttest	0,000	H ₀ ditolak

Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$. Dengan demikian, H₀ ditolak dan H₁ diterima. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis peserta didik yang belajar menggunakan model PBL berbasis AI dengan peserta didik yang belajar menggunakan pembelajaran konvensional.

4. Hasil Observasi Aktivitas Peserta Didik

Observasi aktivitas belajar dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung untuk mengetahui keterlibatan peserta didik pada setiap tahap pembelajaran.

Tabel 5. Hasil Observasi Aktivitas Peserta Didik

Aspek Aktivitas	Persentase	Kategori
Keaktifan bertanya	82%	Sangat Baik
Diskusi kelompok	86%	Sangat Baik
Kemampuan menganalisis masalah	84%	Sangat Baik
Kemampuan menyampaikan pendapat	80%	Baik
Pemanfaatan AI dalam pembelajaran	88%	Sangat Baik

Hasil observasi menunjukkan bahwa peserta didik pada kelas eksperimen lebih aktif dalam proses pembelajaran. Peserta didik terlihat lebih antusias dalam berdiskusi, mengemukakan pendapat, mencari informasi melalui teknologi AI, serta menyelesaikan masalah fisika secara kolaboratif.

5. Hasil Respons Peserta Didik

Berdasarkan hasil angket respons peserta didik terhadap penerapan PBL berbasis AI diperoleh rata-rata persentase sebesar 87% dengan kategori sangat positif. Peserta didik menyatakan bahwa pembelajaran menjadi lebih menarik, mudah dipahami, dan membantu mereka memahami konsep fisika melalui penyelesaian masalah nyata.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence* efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika. Peningkatan tersebut terlihat dari hasil *posttest* dan

nilai N-Gain kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik terjadi karena model PBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan pemecahan masalah. Dalam pembelajaran, peserta didik tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi juga melakukan investigasi, menganalisis masalah, mengevaluasi informasi, dan menyusun solusi berdasarkan penalaran ilmiah. Proses tersebut mendorong peserta didik untuk berpikir lebih mendalam dan sistematis terhadap permasalahan fisika yang diberikan.

Integrasi *Artificial Intelligence* dalam pembelajaran turut memberikan kontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pemanfaatan AI membantu peserta didik memperoleh informasi secara cepat, menemukan referensi pembelajaran, melakukan analisis konsep, serta memahami fenomena fisika melalui penjelasan yang lebih interaktif. Teknologi AI juga membantu peserta didik melakukan eksplorasi materi secara mandiri sehingga proses pembelajaran menjadi lebih fleksibel dan berpusat pada peserta didik.

Pada proses pembelajaran, peserta didik diberikan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, seperti penerapan hukum Newton, gerak benda, dan energi dalam aktivitas manusia. Selanjutnya, peserta didik melakukan diskusi kelompok dan memanfaatkan AI untuk mencari data, menganalisis konsep fisika, serta menyusun solusi terhadap permasalahan yang diberikan. Kondisi tersebut menjadikan pembelajaran lebih aktif dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Hasil observasi aktivitas belajar menunjukkan bahwa peserta didik pada kelas eksperimen lebih aktif dibandingkan kelas kontrol. Peserta didik terlihat lebih percaya diri dalam mengemukakan pendapat, bertanya, dan memberikan argumentasi ilmiah selama proses diskusi berlangsung. Aktivitas tersebut menunjukkan bahwa penerapan PBL berbasis AI mampu menciptakan suasana pembelajaran yang interaktif dan kolaboratif.

Hasil penelitian ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh (Zulkarnaen et al., 2022) yang menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah memberikan pengalaman belajar yang mendorong peserta didik untuk aktif menganalisis permasalahan dan menyusun solusi secara ilmiah sehingga kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik berkembang secara optimal. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Basri et al., 2024) juga menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik karena pembelajaran berorientasi pada aktivitas investigasi dan diskusi kelompok. Peserta didik menjadi lebih aktif dalam mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual. Penelitian lain mengenai pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran menunjukkan bahwa penggunaan *Artificial Intelligence* dapat membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui visualisasi, simulasi, dan pemberian umpan balik secara cepat. Menurut (Waita et al., 2025), integrasi AI dalam pembelajaran mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, memperluas akses informasi, serta membantu proses pembelajaran yang lebih adaptif sesuai kebutuhan peserta didik. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa

penggunaan AI membantu peserta didik melakukan analisis masalah fisika secara lebih mendalam dan sistematis. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sadikin et al., 2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran abad ke-21 perlu dirancang secara inovatif dengan mengintegrasikan teknologi digital dan aktivitas pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Pengintegrasian PBL dan AI dalam penelitian ini terbukti mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, kolaboratif, serta berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Berdasarkan hasil penelitian dan dukungan penelitian sebelumnya, dapat dipahami bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence* tidak hanya meningkatkan hasil belajar peserta didik, tetapi juga mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, kolaborasi, komunikasi, dan kemandirian belajar. Oleh karena itu, model pembelajaran ini dapat dijadikan sebagai alternatif inovasi pembelajaran fisika yang relevan dan efektif dalam menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21 di Sekolah Menengah Atas.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence* efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Jeneponto. Integrasi AI dalam pembelajaran membantu peserta didik lebih aktif dalam menganalisis masalah, mencari informasi, dan menyusun solusi secara sistematis. Oleh karena itu, guru fisika disarankan menerapkan pembelajaran inovatif berbasis teknologi untuk menciptakan proses belajar yang lebih interaktif dan berpusat pada peserta didik. Sekolah juga diharapkan mendukung penyediaan fasilitas teknologi guna menunjang implementasi pembelajaran abad ke-21 secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Arends, R. I. (2021). *Learning To Teach* (9th Ed.). McGraw-Hill.
- Azka, M. Z., Sri, T., & Asih, N. (2024). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Model Problem Based Learning Dengan Asesmen Dinamis Berpendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi Ditinjau Dari Kemandirian Belajar, 8(June), 1259–1272.
- Basri, S., Ibrahim, M. M., & U, M. S. (2024). The Effectiveness Of Problem Based Learning (PBL) Model In Improving Physics Learning Outcomes With AI Canva In Senior High School 1 Jeneponto, 9058, 546–554.
- Basri, S., Ibrahim, M. M., Yuspiani, U, M. S., & Sakka, A. R. (N.D.). Development Of Integrated PBL Model Of Character Values Using ADDIE To Improve Physics Learning Outcomes, 54(62), 5442–5454.
- Facione, P. A. (2020). *Critical Thinking: What It Is And Why It Counts*. Insight Assessment.

- Hidayat, R., Sukma, D. P., & Ananda, R. (2022). The Integration Of Pancasila Student Profile Values In Indonesian Education System: Challenges And Opportunities. *Journal Of Educational Research And Innovation*, 6(1), 55–72.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence In Education: Promises And Implications For Teaching And Learning*. Center For Curriculum Redesign.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State Of Learning And Equity In Education*. OECD Publishing.
- Okpatrioka. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1).
- Pangestu Hadiningrum, L. (2021). *Metode Penelitian (Sebuah Pengantar Disiplin Keilmuan)*. Ahlimedia Press.
- Sadikin, A., Rusdi, M., Haris, M., Hasibuan, E., & Siburian, J. (2024). Boosting 21st Century Skills: Project-Based Microteaching's Impact On Communication And Collaboration In Biology Education. *Journal Of Ultimate Research And Trends In Education*, 6(2), 135–143.
- Sugiyono, & Lestari, P. (2021). *Metode Penelitian Komunikasi (Kuantitatif, Kualitatif, Dan Cara Mudah Menulis Artikel Pada Jurnal Internasional)*. Alfabeta.
- Waita, B. C., Yiswi, T. A., Kristiahadi, A., Kristen, U., & Wacana, S. (2025). Dampak Artificial Intelligence (AI) Terhadap Pendidikan Di Indonesia, 6(7), 3112–3121.
- Zulkarnaen, Z., Suhirman, S., Hidayat, S., Prayogi, S., Sarnita, F., Widia, W., Fathurrahmaniah, F., Fauzi, A., Ramdhani, L., & Verawati, N. N. S. P. (2022). Effect Of Problem Based Learning Model On Students' Creative Thinking Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 379–382.