

PROBLEM BASED LEARNING BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR SISWA

PROBLEM BASED LEARNING BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON STUDENTS' THINKING SKILLS

Ika Trisni Simangunsong*, Kristina Uskenat, Delson A.Gebze

Pendidikan Fisika, Universitas Musamus

Jl. Kamizaun Mopah Lama, Rimba Jaya, Merauke, Papua, 99611, Indonesia

*e-mail: ikatrisni@unmus.ac.id

Disubmit: 15 Maret 2024, Direvisi: 22 April 2024, Diterima: 24 Mei 2024

Abstrak. Salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan, yaitu PBL. Kolaborasi model pembelajaran PBL dengan memanfaatkan teknologi menjadi salah satu pilihan untuk menghasilkan lingkungan belajar yang variatif, dan efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran, dan mencapai nilai-nilai profil pelajar Pancasila, salah satunya nilai kemampuan berpikir peserta didik. Penelitian yang sudah dilakukan ini memiliki tujuan melihat sejauh apa *Problem Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence* dalam meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Merauke kelas X.A.5 semester ganjil Tahun Ajaran 2023/2024. Kelas yang digunakan 1 kelas, jumlah siswa sebanyak 36 orang, teknik pengambilan sampel menggunakan *cluster random sampling*. Jenis penelitian yang diterapkan *quasi eksperimen*, data diambil melalui instrumen test berbentuk essay sebanyak 5 soal yang sudah divalidasi terlebih dahulu. Desain yang digunakan *one group pretest posttest*. Perlakuan yang diberikan melalui model PBL dilaksanakan dengan mengikuti 5 tahapan, yaitu: orientasi siswa kepada masalah, pengorganisasian/kelompok, membimbing penyelidikan, pengembangan-demonstrasi hasil, dan evaluasi, proses dibantu dengan media pembelajaran berbasis teknologi AI, yakni *Tome.App*. Analisis n-gain menggunakan SPSS 25. PBL berbasis AI memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir siswa pada topik Pengukuran, hasil yang diperoleh bahwa kemampuan berpikir fisika siswa rata-rata bernilai 62, dimana n-gain menunjukkan 0.41 yang artinya berada pada kategori sedang. PBL berbasis AI sebagai salah satu solusi dalam menciptakan pembelajaran fisika yang efektif di kelas.

Kata Kunci: *Artificial Intelligence, Kemampuan Berpikir, Problem Based Learning*

Abstract. One of the recommended learning models is PBL. The collaboration of the PBL learning model by utilizing technology is one option to produce a varied and effective learning environment in achieving learning objectives, and achieving the values of the Pancasila learner profile, one of which is the value of students' thinking skills. The research that has been conducted has the aim of seeing how far PBL-AI can improve students' thinking skills. The research was conducted at SMA Negeri 1 Merauke class X.A.5 in academic year of 2023/2024. The class used was 1 class, the number of students was 36 students, the sampling technique used cluster random sampling. The type of research applied is quasi-experimental, the data is taken through essay-shaped test instruments as many as 5 questions that have been validated first. The design used was one group pretest posttest. The treatment given through the PBL model is carried out by following 5 stages, namely: orienting students to the problem, organizing/grouping, guiding investigation, developing-demonstrating results, and evaluation, the process is assisted by AI technology-based learning media, namely *Tome.App*. AI-based PBL has a positive impact on students' thinking skills on the topic of Measurement, the results obtained that the average student's physics thinking ability is 62, where the n-gain shows 0.41 which means it is in the medium category. PBL-AI is as one of the solutions in creating effective physics learning in the classroom.

Keywords: *Artificial Intelligence, Thinking Skills, Problem Based Learning*

PENDAHULUAN

Potret kemajuan suatu masyarakat dapat dilihat dari perkembangan pendidikannya. Dalam upaya mewujudkan perkembangan pendidikan, pemerintah berusaha mengadakan perbaikan-perbaikan terhadap sistem pendidikan, salah satunya pada perbaikan kurikulum. Kurikulum merdeka (KM) memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar pada materi yang esensial, fleksibel, serta menitikberatkan pada *softskill* dan P5. Pelajar Pancasila sebagai perwujudan pelajar Indonesia yang memiliki kompetensi global dan menggambarkan perilaku sesuai dengan nilai yang dikandung di dalam Pancasila, dengan enam ciri utama, dan salah satunya kemampuan berpikir (Kementerian Pendidikan, 2022).

SMA Negeri 1 Merauke menjadi sekolah yang diminati oleh calon siswa-siswi yang akan naik ke tingkat SMA di kawasan Merauke. Pembelajaran fisika yang berlangsung di kelas belum sepenuhnya memanfaatkan model pembelajaran berbasis masalah dan teknologi. Fisika merupakan salah satu pelajaran di SMA khususnya di kelas IPA, yang mempelajari akan suatu fenomena alam, terkait erat dengan pertanyaan dalam hal mengapa, dan bagaimana. Hal ini membutuhkan kemampuan berpikir peserta didik. Dalam proses pembelajaran, guru memerlukan pola pembelajaran yang mampu menstimulus pemahaman siswa.

Problem Based Learning salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan untuk menggiring siswa melalui masalah, bertujuan meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik. Karakteristik tersebut jugalah yang dibutuhkan di era digital saat ini. Terdapat tahapan 1) mengorientasikan siswa dalam masalah; 2) mengorganisasikan siswa; 3) membimbing siswa; 4) mengembangkan dan menyajikan hasil; dan 5) menganalisis dan mengevaluasi hasil. Model ini mampu meningkatkan kemampuan berpikir karena nantinya siswa diperhadapkan dengan *case* maupun fenomena yang kontekstual dalam kehidupan (Ita Pratiwi Simangunsong, 2022). Dalam prosesnya peserta didik harus menghubungkannya dengan konsep fisika, kemudian mendiskusikannya di dalam kelompok (Simangunsong, 2013). Kolaborasi dengan teman menjadi interpretasi dari nilai gotong royong. Model PBL menjadi salah satu model pembelajaran yang dibutuhkan oleh siswa di abad 21 (Nst, 2020), dan juga berpotensi sebagai model pembelajaran yang efektif di masa depan (Rasi, 2021), serta dapat dikombinasikan dengan strategi pembelajaran lainnya (Nisa, 2024).

Pembelajaran yang bermakna berasal kegiatan yang mengaktifkan siswa dalam prosesnya (Damanik et al., 2023). Siswa harus dibekali dengan empat keterampilan, yaitu kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi yang disebut 4C, dan hal ini tertuang pada taksonomi Bloom di level *high order thinking skills* (HOTS) (Suradika et al., 2023). Berpikir kritis berguna untuk memecahkan masalah, mengambil keputusan, maupun menganalisis suatu keadaan (Antoni et al., 2021). Kemampuan menemukan serta menguraikan solusi, menjadi gambaran untuk melihat kemampuan bernalar kritis, dan kreatif. Hal ini sejalan dengan dimensi yang terurai pada P5. Namun pada penelitian ini, difokuskan

pada item bernalar kritis, sebagai acuan dari kemampuan berpikir sesuai dengan sasaran yang ditargetkan pada Kurikulum Merdeka. Pembelajaran fisika diharapkan mampu menggiring peserta didik untuk mampu menganalisis, mengaplikasikan konsep, dan berhilir pada pemecahan masalah (Panjaitan et al., 2020).

Di era distrupsi yang salah satu cirinya pembelajaran berbasis TIK, maka guru harus mampu memanfaatkan teknologi. Era revolusi industri 4.0 dipenuhi konsep AI, atau *Deep Learning*, dimana perkembangan AI salah satunya untuk menciptakan media pembelajaran yang cerdas (Winiarti et al., 2022). Perubahan paradigma yang bergeser dalam konteks pembelajaran yang berbasis buku teks menjadi beralih ke pembelajaran yang disertai dengan teknologi digital yang menuntut kompetensi guru yang lebih baik dalam digitalisasi di kelas (Nurdin et al., 2023). Salah satunya dengan memanfaatkan penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Kecerdasan buatan tersebut bukan untuk menggantikan peran utama seorang guru, namun kehadiran AI mampu meningkatkan kecerdasan, dan membantu guru maupun siswa, serta membantu akselerasi ketercapaian pembelajaran bila diimplementasikan secara maksimal (Hakim, 2022). Transformasi digital dapat menjadi salah satu strategi guru menghadirkan pembelajaran yang lebih menyenangkan, dan efektif di kelas. Guru harus berperan aktif menjadi fasilitator bagi siswa, melalui pemanfaatan aplikasi digital yang disandingkan di dalam rangkaian model pembelajaran.

Pemanfaatan teknologi di masa kini juga menjadi pendukung untuk memajukan kualitas pembelajaran. Banyaknya *Artificial Intelligence* (AI) yang dapat dimanfaatkan mampu memberikan suasana baru di kelas. Hasil penelitian menyatakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran adalah dengan menerapkan PBL bersama media pembelajaran interaktif (Muftah Sharah, 2023). Kecerdasan buatan diterapkan pada suatu mesin, yang pemodelannya seperti kecerdasan manusia, salah satunya dimanfaatkan juga dalam proses belajar-mengajar (Luh Putu Ary Sri Tjahyanti, 2022). AI berpotensi unggul dalam melakukan pekerjaan manusia, sehingga membantu untuk mengefektifkan kegiatan pembelajaran.

Tome.App menjadi salah satu AI yang dapat dipergunakan oleh guru dalam mempresentasikan pelajaran fisika. Aplikasi ini membantu guru dalam mempersiapkan sajian materi berbentuk powerpoint terkini. Guru sangat perlu memperhatikan kebenaran *content* yang ditawarkan di aplikasi, karena harus disesuaikan dengan kebutuhan kurikulum tingkatan pendidikan. Kehadiran AI masih menjadi pro kontra bagi masyarakat. Beberapa responden beranggapan bahwa AI memiliki kekuatan untuk mengoptimalkan kualitas pembelajaran (Velda Aurelia Putri, 2023), namun masih ada pihak yang meragukan kemampuan kecerdasan buatan (Farrel Hafiz Aldwinarta, 2024). AI dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan, dengan terlebih dahulu memvalidasi kebenaran dari uraian yang ditampilkan. Fokus penelitian pada PBL, sementara AI berperan membantu peneliti dalam menampilkan uraian materi fisika, yang terlebih dahulu dikoreksi kebenaran filenya.

Berdasarkan kondisi yang dikemukakan, maka diperlukan pengembangan dari suatu iklim pembelajaran yang berbasis aplikasi digital, berorientasi *student center learning*, dan bermuara pada peningkatan kemampuan berpikir siswa. Model pembelajaran berbasis masalah menjadi salah satu model pembelajaran yang mampu mendukung proses pengembangan siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir (Eka Yulianti, 2019)(De Silva et al., 2024). Peran media pembelajaran juga tidak terlepas dari kegiatan pengajaran, saat ini digitalisasi juga menjadikan guru untuk ikut berkembang dalam menggunakan teknologi. Penerapan PBL berbantuan komputer mampu meningkatkan karakter siswa yang berpegang luhur pada nilai-nilai bangsa, serta kemampuan berpikir siswa (Simanjuntak, 2019b, 2019a). Peran Penggunaan AI melalui pemanfaatan *Tome.App* menjadi media pembelajaran berbasis digital yang bertujuan untuk menyempurnakan pelaksanaan PBL, dengan demikian diharapkan proses pembelajaran dengan PBL berbasis AI akan meningkatkan kemampuan berpikir siswa dalam mencapai profil pelajar Pancasila di era KM.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif, yaitu diambil dari tes kemampuan berpikir siswa. Pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode *quasi*-eksperimen. Penelitian ini diberikan perlakuan berupa penerapan pembelajaran melalui PBL berbantuan media pembelajaran AI. Variabel independen dalam penelitian ini yakni PBL berbasis AI sedangkan variabel dependennya berupa kemampuan berpikir. Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *one group pretest posttest*. Gambaran desain eksperimen yang digunakan disajikan dalam berikut.

Tabel 1. Desain Eksperimen

<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
T	PBL-AI	T

Keterangan:

T : Test

PBL-AI : *Problem Based Learning* Berbantuan AI

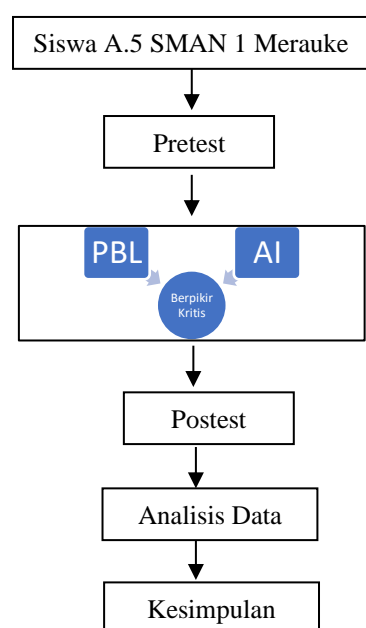
Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh siswa SMA Negeri 1 Merauke kelas X semester I tahun ajaran 2023/2024, sementara sampel dalam penelitian ini satu kelas, yang ditentukan dengan teknik *cluster random sampling*. Pengambilan sample secara acak, menggunakan undian dadu, diperoleh kelas X.A.5. Terdapat 5 indikator instrumen test yang digunakan, yaitu:

Tabel 2. Kisi-Kisi Instrumen Materi Pengukuran

No	Indikator	Kategori	Nomor item
1	Menentukan besaran waktu berdasarkan prinsip pengukuran	C3	1
2	Menghitung massa jenis suatu benda melalui hasil pengukuran	C4	5

No	Indikator	Kategori	Nomor item
3	Menentukan besar kecepatan dengan penulisan sesuai notasi ilmiah	C3	2
4	Memecahkan besar luas dengan menggunakan aturan angka penting	C4	3
5	Menganalisis hasil pengukuran dan ketidakpastian pada pengukuran tunggal maupun berulang	C4	4

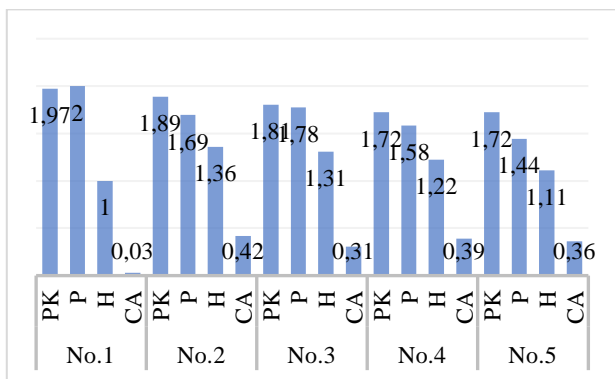
Data diperoleh melalui instrumen test essay, yang terlebih dahulu sudah divalidasikan kepada ahli, yang terdiri atas 2 orang dosen, dan 1 orang guru. Uraian penelitian yang dilakukan digambarkan melalui skema berikut



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

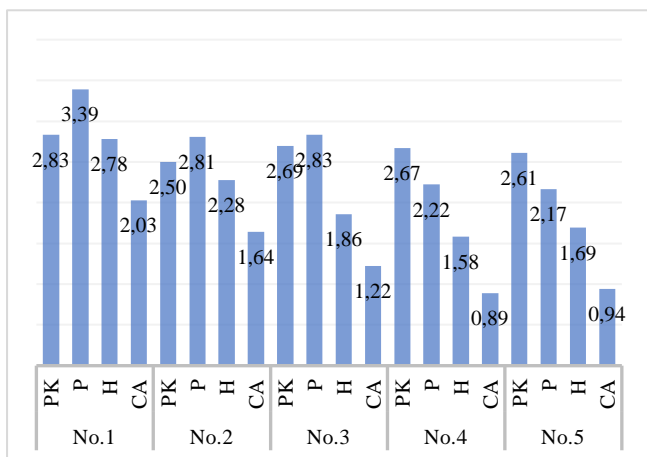
Peneliti mengawali kegiatan dengan terlebih dahulu memberikan pretest sebagai gambaran awal untuk melihat kemampuan awal siswa. Tes awal diberikan kepada siswa kelas X.A.5 SMA Negeri 1 Merauke sebagai subjek penelitian dengan jumlah siswa sebanyak 36 orang. Terdapat 5 soal essay pada topik Pengukuran, pada level C3-C4, dimana indikator penilaian pada setiap soal dibagi menjadi 4, yaitu Pemahaman Kasus (PK) skor maksimal 3, Planning (P) skor maksimal 4, Hasil (H) skor maksimal 4, dan Check akhir (CA) skor maksimal 3. Berdasarkan hasil tes awal diperoleh gambaran kemampuan berpikir siswa yang disajikan melalui diagram berikut ini.



Gambar 2. Rata-Rata Pretest

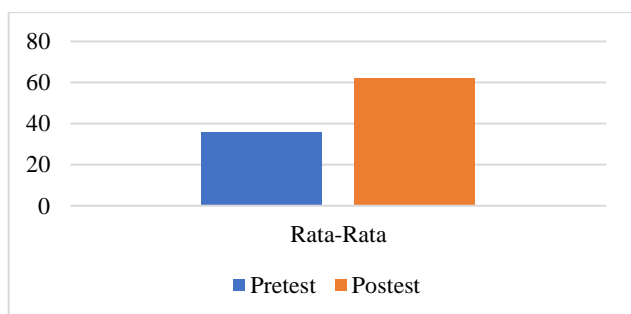
Hasil pretest menunjukkan bahwa siswa masih memiliki taraf PK yang rendah, seperti pada soal no.1, dengan rata-rata 1.9 maka dapat diartikan bahwa hanya 49% siswa dapat memahami soal. 50% yang dapat memahami apa yang ditanya, 25% siswa yang menemukan Solusi, dan 0,75% yang mampu mengecek jawaban akhir.

Tahap berikutnya diberikan perlakuan melalui model pembelajaran PBL yang dibantu AI melalui aplikasi *TomeApp*. Pembelajaran selama 3 kali pertemuan dengan 2 JP per pertemuannya. Pada bagian akhir pertemuan, peserta didik diberikan *posttest*. Data posttest diperoleh melalui test akhir yang diberikan kepada siswa, berdasarkan hasil di lapangan nilai rata-rata yang diperoleh tercantum melalui diagram di bawah ini



Gambar 3. Rata-Rata Posttest

Berdasarkan grafik terlihat secara spesifik perolehan per masing-masing nomor soal. Secara umum siswa mengalami kenaikan pada masing-masing kategori nilai rata-rata pretest, posttest, terlihat melalui bagan berikut



Gambar 4. Perbandingan Rata-Rata Pretest VS Posttest

Pengujian kemampuan berpikir peserta didik diuji melalui penggunaan ngain. analisis dilakukan dengan menggunakan SPSS 25. Hasil tertera pada gambar di bawah ini

Gambar 5. Hasil N-gain

Descriptive Statistics					
	N	Mini mum	Maxi mum	Mea n	Std. Deviat ion
NGain_S kor	36	.29	.57	.4147	.05929
Valid N (listwise)	36				

Selanjutnya maka ditentukan klasifikasi efektifitas perlakuan. Perolehan ngain diklasifikasikan menjadi 3 kategori seperti berikut.

Tabel 3. Kriteria N-Gain

Indeks	Kriteria
$0.70 < g < 1.00$	tinggi
$0.3 \leq g < 0.70$	sedang
$0 < g < 0.30$	rendah

Maka diperoleh ngain 0.41, artinya kemampuan berpikir peserta didik berada di kategori sedang. Sementara hasil dalam bentuk persentase maka diperoleh 62%, yang berarti siswa memiliki kemampuan berpikir dan dalam kategori sedang. Dalam penelitian ini, kemampuan berpikir siswa dilihat melalui test yang diberikan kepada peserta didik, yang mana indikator penilaiannya dibagi sesuai dengan nilai yang terdapat pada model *Problem Based Learning*.

Kegiatan dalam membuat konsep, berpikir secara logis, dan menemukan serta memecahkan masalah merupakan kegiatan yang dapat dilakukan dalam berpikir (A, 2020). Melalui pengalaman yang relevan, siswa mampu distimulus untuk aktif, maupun memiliki responsibility yang tinggi (Ardiana, 2021). Setelah diberikan perlakuan maka pada soal nomor 1 terdapat 94.4% siswa mampu membuat uraian yang diketahui, 85% mampu menentukan perencanaan rumus, 69.4% menyelesaikan sesuai dengan perencanaan, dan 67.6 % mampu menuntaskan hasil akhir dengan tepat. Untuk soal nomor 2, 83.3 % mampu menguraikan soal, 70.1% dapat membuat rencana rumusan, 57% mampu menjalankan rumus, dan 54.6% siswa menuntaskan hasil akhir dengan tepat. Pada soal nomor 3, 89.8% siswa dapat memahami soal. 71% dapat memahami apa yang ditanya, 47% siswa yang menemukan Solusi, dan 40.7% mampu mengecek jawaban akhir. Soal nomor 4, terdapat 88.9% mampu merumuskan soal, 55.6% membuat perencanaan terhadap Solusi, 40% menguraikan angka dalam rumus, dan 30 % melakukan pengecekan akhir. Pada soal nomor 5, 87% melakukan pemahaman kasus, 54.7% membuat planning, 42.4% memperoleh hasil, dan 31.5% memberikan check akhir pada jawaban.

Fase orientasi siswa menjadi kegiatan awal pada penelitian ini, hal-hal yang *contextual* diangkat untuk dijadikan bahan kajian kepada peserta didik, bagian ini memberikan arahan untuk masuk ke dalam tahapan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis ini bila dibiasakan akan

membentuk siswa sebagai *problem solver* (Muhammad Setyawan, 2021). Terlebih lagi terhadap pembelajaran fisika, keterampilan berpikir ini perlu ditanamkan (Andrea Gusvita, 2023)(Amalia & Djamas, 2020). Maka pendidik harus kreatif, inovatif, dan *uptodate* dalam menemukan hal-hal yang berhubungan dengan materi dalam kehidupan nyata, agar siswa menjadi tertarik, sehingga ketertarikan tersebut melahirkan keinginan untuk mencari tahu secara rinci hingga mampu menyelesaikan persoalan/permasalahan.

Fase mengorganisasikan siswa dalam kelompok menjadi tahap kedua, kegiatan secara berkelompok pada PBL memberikan dampak bagi siswa untuk lebih aktif, dan membentuk nilai kerjasama dalam menyelesaikan persoalan (Jannah, 2023). Berpartisipasi dan bekerja sama dalam kelompok menjadi cara efektif memperoleh pengetahuan (Nuangchalerm & Kanphukiew, 2024). Hal ini juga yang ditemukan peneliti, sehingga terjadi kenaikan nilai test pada siswa. Melalui aktivitas ini, dapat terlihat nilai profil pelajar Pancasila yang dimiliki siswa, seperti bergotong royong, dan bernalar kritis. Model PBL menjadi salah satu stimulus untuk mengarahkan siswa berkoordinasi dengan teman sekelompoknya dalam memecahkan masalah, komunikasi verbal dan tertulis, bekerja dalam kelompok, dan meningkatkan kepemimpinan (Akhdinirwanto et al., 2020). Fase pengorganisasian siswa dalam kelompok mempermudah peserta didik untuk memperoleh dan menyerap materi (Janista Winda Maret, 2021), karena didalamnya mereka diajarkan untuk saling berbagi. Secara umum ditemukan bahwa siswa berinteraksi baik dalam kelompok.

Tahap membimbing penyelidikan sebagai *step* untuk memperoleh informasi tentang langkah-langkah apa saja yang akan, maupun sudah dilakukan oleh siswa di dalam kelompok. Guru berperan untuk aktif memantau perkembangan masing-masing siswa dalam kelompok. Pada kesempatan ini, siswa diharapkan melakukan penyelidikan baik secara mandiri maupun kelompok, yang lebih lanjut guna menyelesaikan persoalan. Pengalaman ini mendukung teori kognitif Bruner yang menyatakan bahwa proses transfer informasi memerlukan tahapan proses kebenaran (Hasmiati O. J., 2018). Pada bagan ini juga, siswa ditemukan secara garis besar aktif melakukan kegiatan lanjutan. Pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan siswa, melakukan percobaan untuk membuktikan hipotesis yang telah siswa buat pada tahap sebelumnya. Siswa akan memperoleh pengalamannya sendiri dan memperoleh pengetahuan yang lebih melekat. Proses diskusi menjadikan siswa sekaligus menjadi tutor bagi temannya, hal ini berpengaruh membentuk situasi belajar menjadi tidak canggung untuk bertanya dengan teman sebayanya (Evi Durotun Nasihah, 2020). PBL efektif dalam menciptakan suasana belajar yang mengkondisikan siswa untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam pembelajaran (Diana et al., 2021; Rima Liana & Linuwih, 2020).

Langkah keempat, mengembangkan serta mendemonstrasikan hasil karya, bagian ini mengangkat kemampuan siswa untuk berani berkomunikasi, berani tampil, berani menunjukkan hasil temuan, berpendapat, dan semua terlepas dari hasil akhir benar maupun salah. Sikap sosial yang diharuskan muncul pada saat pembelajaran melalui

PBL, yaitu berpendapat, serta memberikan argumen (Sulardi, 2015). Ada siswa yang memang aktif, namun tidak disangkal bahwa ditemukan beberapa siswa yang pasif dalam berpendapat/berargumen. Siswa yang kurang aktif tersebut perlu mendapatkan perhatian khusus untuk selanjutnya.

Bagian terakhir dari PBL, mengevaluasi. Guru memegang peranan untuk memberikan arahan yang tepat, maupun hasil akhir yang benar, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan kesimpulan/refleksi terhadap pembelajaran. Siswa yang pasif memberikan dampak negatif bagi kemampuan berpikir kritisnya (Catur Okti Windaria, 2021). Hasil penelitian (N. Rinesti, 2019) PBL mampu memberikan pengaruh yang baik bagi kemampuan berpikir kritis fisika siswa SMA Negeri 4 Singaraja hingga mencapai nilai 81.37. Hasil lain juga menemukan terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui PBL (Raisa Rahmat, 2019). Temuan berikutnya menyebutkan pada saat PBL dikombinasi dengan media pembelajaran maka akan memberikan peningkatan berpikir kritis siswa hingga capaian pada kategori sangat kritis (48,8) (Indira Pratiwi, 2022). Hasil pada penelitian ini senada dengan kajian maupun hasil yang juga dipaparkan oleh peneliti lain, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa PBL berbantuan AI mampu memberikan kenaikan kemampuan berpikir kritis pada siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terdapat peningkatan kemampuan berpikir siswa, dalam kategori “sedang” dengan rata-rata bernilai 62 melalui pembelajaran dengan menggunakan *Problem Based Learning* berbasis *Artificial Intelligence*. PBL dengan bantuan media pembelajaran AI menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya, dapat menerapkan PBL berbantuan media pembelajaran AI pada materi pokok berbeda untuk dapat melihat variasi hasil kemampuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhdinirwanto, R. W., Agustini, R., & Jatmiko, B. (2020). Problem-based learning with argumentation as a hypothetical model to increase the critical thinking skills for junior high school students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 340–350. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.19282>
- Amalia, S., & Djamas, D. (2020). DEVELOPMENT OF INTERACTIVE MULTIMEDIA MODULES IN PROBLEM-BASED LEARNING MODELS TO ENHANCE CRITICAL THINKING ABILITIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 1–11.
- A, M. R. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Melalui Model Pembelajaran Flipped Classroom dengan Pendekatan STEM. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*. Semarang.
- Andrea Gusvita, A. P. (2023). Profil Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Dalam pembelajaran Menggunakan Lkpd Berbasis

- Problem Based Learning (PBL) Materi Kesetimbangan Benda Tegar. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 44-51.
- Antoni, A. M., Hidayat, F., & Khatimah, H. (2021). META ANALYSIS OF THE EFFECT OF GUIDED INQUIRY MODEL ON PHYSICS CURRENTS ON STUDENTS' CRITICAL THINKING ABILITY. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 135. <https://doi.org/10.24114/jpf.v10i2.29361>
- Ardiana, S. (2021). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *BULETIN LITERASI BUDAYA SEKOLAH*, 147-154.
- Catur Okti Windaria, F. A. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Edu Sains*, 61-70.
- Damanik, D. P., Tampubolon, R., & Simangunsong, I. T. (2023). UPAYA MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR FISIKA SISWA MELALUI STRATEGI PEMBELAJARAN PQ4R (PREVIEW, QUESTION, READ, REFLECT, RECITE, REVIEW) DI SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 91. <https://doi.org/10.24114/jpf.v12i1.44493>
- De Silva, M. L. W., Rabel, R. A. C., Samita, S., Smith, N., McIntyre, L., Parkinson, T. J., & Wijayawardhane, K. A. N. (2024). Problem-based Learning, a Tool to Develop Critical Thinking Skills of Undergraduate Veterinary Students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 17(1). <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v17i1.33979>
- Diana, R., Sofi Makiyah, Y., Siliwangi No, J., Tawang, K., Tasikmalaya, K., & Barat, J. (2021). EFEKTIVITAS LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS MODEL PROBLEM BASED LEARNING (PBL) UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH PADA MATERI INTERFERENSI CELAH GANDA THE EFFECTIVENESS OF STUDENT WORKSHEETS (LKPD) BASED ON THE PROBLEM BASED LEARNING (PBL) MODEL TO IMPROVE PROBLEM-SOLVING SKILLS IN MULTIPLE GAP INTERFERENCE MATERIAL. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 48-54. <https://doi.org/10.22611/jpf.v10i1.24763>
- Eka Yulianti, I. G. (2019). Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis. *Indonesian Journal Of Sciences and Mathematics education*, 399-408.
- Evi Durotun Nasihah, S. A. (2020). Pengaruh Tutor Sebaya Dalam Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Fisika Siswa SMA. *JPF Jurnal Pendidikan Fisika*, 44-57.
- Farrel Hafiz Aldwinarta, R. N. (2024). Media Pembelajaran Berbasis AI Chatbot pada Materi Termokimia di SMA Apakah Dibutuhkan? *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 1-6.
- Hakim, L. (2022, 12). Peranan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) dalam Pendidikan. *Direktorat Pendidikan Profesi Guru*.
- Hasmiati, d. (t.thn.). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya, Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi Berbasis Potensi Alam*, (hal. 257-262).
- Hasmiati, O. J. (2018). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi Berbasis Potensi Alam* (hal. 257-262). Makassar: UNM.
- Indira Pratiwi, M. (2022). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Audio Visual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Journal of Education Action Research*, 302-308.
- Ita Pratiwi Simangunsong, d. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Journal on Teacher Education*, 840-851.
- Janista Windi Mareti, A. H. (2021). Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar IPA Siswa. *Jurnal Elementaria Edukasia* , 31-41.
- Jannah, L. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning Kelas IV SDN Pandeanlamper 03 Kota Semarang. *Journal on Education* , 12265-12271 .
- Kementerian Pendidikan, K. R. (2022). *Panduan Pengembangan Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kemdikbudristek.
- Luh Putu Ary Sri Tjahyanti, P. S. (2022). PERAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) UNTUK Mendukung Pembelajaran Di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Komputer dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, 15-21.
- Muftah Sharah, D. H. (2023). PENERAPAN MULTIMEDIA INTERAKTIF PADA MODEL PROBLEM BASED LEARNINGUNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP MATERI GETARAN HARMONIS. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9-13.
- Muhammad Setyawan, H. D. (2021). Pembelajaran Problem based learning Terhadap Berpikir Kritis Peserta Didik Sekolah Dasar. *Mimbar PGSD Undiksha*, 489-496.
- Nisa, K. (2024). Effectiveness of the 5E Learning Cycle and Problem-Based Learning in Writing Scientific Article Based on TPACK. *Asian Journal of University Education*, 20(1), 185-196. <https://doi.org/10.24191/ajue.v20i1.26027>
- N. Rinesti, P. Y. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan

- Kemampuan Berpikir Kritis Dan Aktivitas Belajar Siswa Kelas X MIPA 2 SMAN Tahun Pelajaran 2018/2019. *JPPF*, 13-23.
- Nst, M. M. (2020). APPLICATION OF PROJECT-BASED LEARNING MODELS WITH PROBLEM-BASED LEARNING TO DETERMINE THE ABILITY OF STUDENTS' PHYSICS PROBLEM-SOLVING SKILLS. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 68–72.
- Nuangchalerm, P., & Kanphukiew, S. (2024). ENHANCING SCIENTIFIC PROBLEM-SOLVING AND LEARNING ACHIEVEMENT OF LOWER SECONDARY STUDENTS THROUGH ACTIVE LEARNING. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(1), 172–181. <https://doi.org/10.15294/jpii.v13i1.47672>
- Nurdin, D., Marnita, M., & Ghani, M. F. B. A. (2023). DIGITAL TRANSFORMATION TO IMPROVE TEACHERS' LEARNING MANAGEMENT AND STUDENTS' SCIENCE LIFE SKILLS. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), 329–342. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i3.44253>
- Panjaitan, J., Trisni Simangunsong, I., & Betty Sihombing, H. M. (n.d.). *PENERAPAN PROJECT BASED LEARNING (PjBL) BERBASIS HOTS UNTUK MENCIPTAKAN MEDIA PEMBELAJARAN YANG INOVATIF*. <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpf>
- Raisa Rahmat, I. R. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning berbasis Multirepresentasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Materi Getaran Harmonik. *Seminar Nasional Fisika 2019 Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta* (hal. 101-106). Jakarta: UNJ.
- Rasi, P. (2021). Problem-based Learning into the Future. Imagining an Agile PBL Ecology for Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 15(1). <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v15i1.31724>
- Rima Liana, Y., & Linuwih, S. (2020). INTERACTIVE MOBILE LEARNING MEDIA TO IMPROVE STUDENTS' HOTS ABILITY SUPPORTED WITH PROBLEM-BASED LEARNING MODEL. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 19–29.
- Sani, R. A. (2019). *High Order Thinking Skill*. Tangerang: TSmart.
- Simangunsong, I. T. (2013). Analisis Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika dengan Menggunakan Model Problem Based Instruction (PBI) dan Direct Instruction (DI). *Jurnal Online Pembelajaran Fisika*, vol. 1, no. 2, 50-57.
- Simangunsong, I. T. (2021). Korelasi Media Pembelajaran Terhadap Kreativitas Mahasiswa FKIP UDA. *Jurnal Fisikawan*, 64-68.
- Simanjuntak, M. P. (2019a). LEMBAR KERJA SISWA BERBASIS MASALAH BERBANTUAN SIMULASI KOMPUTER TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 126–134.
- Simangunsong, I. K., dkk: *Problem Based Learning...*
- Simanjuntak, M. P. (2019b). PENERAPAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN SIMULASI KOMPUTER TERHADAP KARAKTER SISWA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 10–18.
- Statistik, B. P. (2023). *Tingkat Penyelesaian Pendidikan Menurut Jenjang Pendidikan dan Provinsi 2020-2022*. Papua: BPS .
- Sulardi, M. N. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model Problem Based Learning (Pbl) Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*, 802-810.
- Suradika, A., Dewi, H. I., & Nasution, M. I. (2023). PROJECT-BASED LEARNING AND PROBLEM-BASED LEARNING MODELS IN CRITICAL AND CREATIVE STUDENTS. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 153–167. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.39713>
- Velda Aurelia Putri, K. C. (2023). Peran Artificial Intelligence dalam Proses Pembelajaran Mahasiswa di Universitas Negeri Surabaya. *Seminar Nasional Universitas Negeri Surabaya 2023* (hal. 615-630). Surabaya: UNS.
- Winiarti, S., Sunardi, Ahdiani, U., & Pranolo, A. (2022). Tradition Meets Modernity: Learning Traditional Building using Artificial Intelligence. *Asian Journal of University Education*, 18(2), 375–385. <https://doi.org/10.24191/ajue.v18i2.17992>