

Efektivitas Penerapan *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Materi Gelombang Pada Kelas XI di SMAN 4 Bone

Herdayana*, Muhammad Yusuf Hidayat, Jusman

Pendidikan Fisika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Kabupaten Gowa 92113 Indonesia

*Corresponding author. email: herdayana674@gmail.com

Receipt : 19/05/2026; Revision : 16/06/2026; Accepted : 28/06/2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dampak penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa mengenai topik gelombang di SMAN 4 Bone. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah quasi eksperimen dengan desain non-equivalent posttest only control group. Populasi yang diteliti mencakup seluruh siswa kelas XI di sekolah itu. Sampel yang diambil terdiri dari kelompok eksperimen serta kelompok kontrol, yang dipilih dengan teknik purposive sampling. Alat ukur yang dipakai adalah tes kemampuan berpikir kritis yang berbentuk soal pilihan ganda. Analisis data dilakukan dengan pendekatan deskriptif dan inferensial. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen mencapai skor 73,50, yang tergolong tinggi, sementara kelas kontrol berada dalam kategori sedang. Berdasarkan hasil uji hipotesis melalui independent sample t-test, terlihat bahwa penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* terbukti efektif. Oleh karena itu, model pembelajaran *Project Based Learning* dapat dijadikan pilihan yang layak untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang.

Kata kunci : gelombang, keterampilan berpikir kritis, project based learning.

ABSTRACT

This research seeks to determine how the adoption of the Project Based Learning framework influences the critical thinking abilities of students concerning the subject of waves at SMAN 4 Bone. The approach taken in this research was a quasi-experimental design featuring a posttest-only control group. The subjects involved encompassed all 11th-grade learners at the institution. The sample was divided into an experimental group and a control group, chosen through a purposive sampling method. A multiple-choice test evaluating critical thinking skills served as the measurement tool. Data examination was performed employing both descriptive and inferential techniques. Findings from the research revealed that the mean critical thinking skill score for students in the experimental class was 73.50, which is categorized as high, while the control class fell within the moderate range. Results from the hypothesis evaluation using an independent sample t-test indicate that the execution of the Project Based Learning model has been effective. Hence, the Project Based Learning framework can be regarded as a promising method to enhance students' critical thinking skills regarding wave topics.

Keywords: critical thinking skills, project based learning, wave.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan menjadi salah satu elemen penting dalam meningkatkan mutu sumber daya manusia. Dalam pelaksanaannya, diharapkan siswa tidak hanya bisa memahami materi yang diajarkan, tetapi juga mampu mengasah keterampilan berpikir kritis untuk menyelesaikan berbagai tantangan. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di sekolah pada tanggal 03 Maret 2025, ditemukan bahwa keterampilan berpikir kritis, khususnya dalam mata Pelajaran fisika, masih belum mencapai tingkat yang diharapkan. Capaian pemahaman konsep fisika oleh peserta didik masih rendah. Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan siswa untuk mengkaji, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan dengan cara yang logis serta sistematis berdasarkan informasi yang mereka terima. Keterampilan ini sangat diperlukan dalam proses belajar fisika karena siswa dituntut untuk memahami konsep, menyelesaikan masalah, serta mengaitkan materi pelajaran dengan situasi di kehidupan sehari-hari (Artikel, Imran, and Imran 2025).

Pembelajaran fisika memainkan peran penting dalam pendidikan karena bukan sekedar mengajarkan pemahaman terhadap konsep-konsep ilmiah sekaligus peningkatan keterampilan berpikir kritis dan analitis siswa. Fisika sebagai bidang ilmu sains mengkaji berbagai gejala serta fenomena yang terjadi di alam melalui pendekatan ilmiah, yang melibatkan observasi, eksperimen, dan analisis data (Putra Socrates and Mufit 2022). Proses belajar fisika, sebagai komponen tidak terpisahkan dari bidang ilmu pengetahuan Alam (IPA), sangat dipengaruhi oleh perkembangan dan perubahan kurikulum. Fisika bukan sekedar Kumpulan teori dan konsep, melainkan juga merupakan suatu cara berpikir ilmiah yang digunakan untuk memahami fenomena alam secara sistematis dan dapat diukur. Ilmu fisika menelaah gejala-gejala alam melalui pendekatan ilmiah yang menghasilkan teori-teori yang berfungsi sebagai dasar dalam proses pengambilan keputusan (Khuzaimah, Ali, and Sani 2025).

Dalam kegiatan pembelajaran, peserta didik sering kali hanya berperan sebagai penerima informasi, sementara pendidik menjadi sumber utama informasi. Pendekatan pembelajaran seperti ini pada umumnya masih menerapkan model pembelajaran konvensional. Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis harus diintegrasikan di dalam proses fisika agar peserta didik dapat memperoleh fakta melalui pemahaman konsep, sehingga materi lebih mudah dimengerti dan diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari (Hidayat 2021). Dalam dunia Pendidikan tinggi, mahasiswa dituntut agar tidak hanya terbatas pada mengingat informasi, melainkan juga mengasah keterampilan berpikir kritis yang dapat membantu peserta didik dapat dipahami berbagai sudut pandang (Melisa et al. 2025).

Namun, pada kenyataannya keterampilan berpikir kritis siswa masih berada termasuk dalam urutan rendah. Berpikir kritis adalah kemampuan yang dimiliki peserta didik dalam merespon tantangan dan menarik kesimpulan atau mengambil keputusan secara komprehensif (Sarip, Kaharuddin, and Palloan 2022). Proses pembelajaran yang masih berlangsung berfokus pada guru mengakibatkan peserta didik tidak aktif dalam mengembangkan kemampuan berpikirnya. Peserta didik lebih cenderung menerima informasi secara tidak aktif tanpa terlibat langsung dalam kegiatan menemukan maupun menyelesaikan masalah. Keadaan tersebut membuat konsep fisika sulit dipahami peserta didik secara lebih mendalam (Putra Socrates and Mufit 2022). Proses berpikir kritis terdiri atas serangkaian tahap yang dilakukan secara terstruktur untuk memahami serta memecahkan permasalahan melalui penalaran yang logis dan reflektif. Kemampuan berpikir tersebut perlu diimplementasikan dalam konteks pendidikan agar peserta didik mampu mengembangkan kemampuan bernalar dalam menyelesaikan permasalahan, khususnya dalam proses pembelajaran (Wantu et al. 2024). Aktivitas yang dilakukan diarahkan pada pengembangan kreativitas, dengan demikian, peserta didik hanya tidak sekedar paham materi pembelajaran, akan tetapi juga bisa menjelaskan aspek yang lebih mendalam, seperti penyebab dan proses terjadinya suatu fenomena (Lie et al. 2020).

Berpikir kritis bertujuan untuk mempertahankan sikap objektif dalam menilai suatu permasalahan. Melalui berpikir kritis, seseorang dapat mempertimbangkan berbagai sudut pandang dari suatu argumen serta menilai kelebihan dan kelemahannya. Selain itu, berpikir kritis juga bertujuan meningkatkan kualitas pemikiran, pengambilan keputusan, dan kemampuan dalam memecahkan masalah. Adapun manfaat berpikir kritis antara lain membantu dalam mengambil keputusan secara lebih tepat, menyelesaikan masalah dengan efektif, meningkatkan pemahaman, memperbaiki kemampuan komunikasi, serta menumbuhkan sikap mandiri. (Tawil and Liliarsari 2013).

Model pembelajaran yang bisa diterapkan guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik adalah Project Based Learning (PjBL). Model pembelajaran berbasis proyek merupakan pendekatan pembelajaran mendorong peserta didik untuk berperan berperan aktif dalam kerja sama dalam menyelesaikan berbagai permasalahan (Tuzzahra, Hanifah, and Maizora 2019). Melalui model ini, peserta didik memperoleh kesempatan untuk bekerja sama, berdiskusi, mengembangkan gagasan, serta menyelesaikan proyek baik secara individu maupun kelompok. Selain itu, Project Based Learning juga dapat mendukung peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kerja sama. Proses pembelajaran dilaksanakan melalui pemberian tugas proyek yang harus diselesaikan oleh peserta didik sehingga menghasilkan suatu produk sebagai hasil kegiatan belajar. Produk tersebut dapat

berupa karya tulis, presentasi, video, objek tiga dimensi, maupun bentuk lainnya. (Nurhadiyati, Rusdinal, and Fitria 2020).

Penerapan model PjBL dalam pembelajaran fisika diharap bisa menciptakan suasana belajar lebih aktif dan bermakna, sehingga peserta didik dapat memahami konsep pembelajaran dengan lebih baik. Oleh sebab itu, peneliti melaksanakan penelitian mengenai efektivitas model pembelajaran Project Based Learning terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik terhadap materi gelombang di SMAN 4 Bone. Melalui PjBL, siswa dilibatkan secara aktif dalam pengerjaan proyek, yang memungkinkan mereka memahami konsep secara langsung melalui pengalaman nyata dalam kehidupan sehari-hari, tanpa hanya bergantung pada guru atau buku sebagai satu-satunya sumber informasi (Sarip, Kaharuddin, and Palloan 2022). Pembelajaran berbasis proyek merupakan metode pembelajaran yang memberi peluang kepada pendidik untuk mengatur kegiatan belajar di kelas melalui pelaksanaan proyek. Melalui metode ini, kreativitas serta motivasi belajar peserta didik dapat berkembang dengan lebih baik. Project Based Learning membimbing peserta didik untuk mengikuti langkah-langkah kerja yang terstruktur dan sesuai prosedur dalam menghasilkan atau menyelesaikan suatu produk melalui proses kerja yang nyata. (Sudjimat, Sutadji, and Marsono 2020).

Gelombang dapat dimaknai sebagai getaran yang bergerak, dan dalam pergerakannya, gelombang mentransfer energi melalui sebuah medium. Medium yang bisa digunakan oleh gelombang meliputi substansi dalam tiga bentuk wujud zat, yaitu solid (padat), liquid (cair), dan gas. Terdapat beberapa besaran fisika dalam gelombang meliputi simpangan (Y), amplitudo (A), frekuensi (f), dan periode (T). Setiap macam gelombang memiliki karakteristik serupa (Nurdiansah, Hujjarul Islami, and Fisika 2020).

Gelombang dikelompokkan ke dalam dua macam: gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. gelombang mekanis membutuhkan media perantara untuk dapat merambat, dan gelombang elektromagnetik dapat menyebar bahkan diruang hampa tanpa memerlukan medium apapun. Sementara itu, berdasarkan cara rambatnya, gelombang terbagi menjadi gelombang transversal dan longitudinal (Fitri et al. 2023). Interferensi merupakan gabungan dari dua gelombang atau lebih yang terjadi secara bersamaan. Contohnya adalah interferensi pada gelombang bunyi maupun Cahaya. Sama seperti interferensi Cahaya, interferensi bunyi juga membutuhkan dua sumber yang koheren (Elisa 2023).

Interferometer Michelson merupakan perangkat eksperimental yang beroperasi berdasarkan prinsip interferensi dua gelombang Cahaya yang melewati lintasan optik yang beda. Alat ini pertama kali dikembangkan oleh A.A. Michelson di tahun 1881. Cara kerjanya mengandalkan pemisahan amplitudo gelombang Cahaya menjadi dua bagian dengan intensitas yang seimbang melalui penggunaan pemisah berkas. Interferometer ini menghasilkan pola interferensi yang umumnya lebih terfokus, tampak lebih terang, dan menghasilkan pola frinji yang lebih rapat dibandingkan interferometer lainnya (RATNA PURI 2024).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode desain non-equivalent post-test only control group design yang menggunakan dua kelas. Pengukuran terhadap subjek penelitian dilakukan melalui pemberian tes akhir. Desain penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Posttes Only, Non-Equivalent Control Group Design

Eksperimen	X	O1
Control	C	O2

Desain ini digunakan untuk membandingkan kelas yang memperoleh penerapan khusus dengan kelompok yang tidak diterapkan penerapan khusus. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran Project Based Learning, sedangkan variabel terikatnya yaitu keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi fisika.

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 4 Bone dengan populasi seluruh peserta didik kelas XI yang berjumlah 143 orang. Kelas XI.1 berjumlah 30 orang, kelas XI.2 berjumlah 30 orang, kelas XI.3 berjumlah 25 orang, kelas XI.4 berjumlah 28 orang, dan kelas XI.5 berjumlah 30 orang.

Penentuan sampel dilakukan menggunakan teknik purposive sampling. Teknik purposive sampling dipilih karena penentuan sampel didasarkan pada pertimbangan tertentu, yaitu kelas yang memiliki karakteristik yang relatif sama, telah mempelajari materi prasyarat, diajar oleh guru yang sama, serta memiliki jadwal pembelajaran yang memungkinkan pelaksanaan penelitian dengan kelas XI.3 dan XI.4 sebagai sampel penelitian. Kelas ini dipilih karena sesuai dengan kriteria dan pertimbangan yang telah ditentukan sebelumnya.

Data penelitian dihimpun melalui dua instrumen utama yang sudah melewati uji validitas Gregory. Sebuah instrumen dinyatakan benar apabila butir-butir soalnya mampu merepresentasikan aspek yang menjadi perhatian dalam pengukuran instrument. Instrumen yang digunakan berupa tes pilihan ganda yang mencakup dari 20 butir soal yang diberikan pada saat posttest. Instrumen pilihan ganda dipilih karena mampu mengukur penguasaan konsep dan kemampuan berpikir peserta didik secara objektif. Setiap soal memiliki satu jawaban yang benar sehingga proses penskoran menjadi lebih mudah, konsisten, dan mengurangi subjektivitas penilai. Selain itu, pilihan ganda memungkinkan pengukuran berbagai tingkat kemampuan kognitif, mulai dari mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, hingga mengevaluasi, apabila disusun sesuai dengan indikator pembelajaran.

Instrumen penelitian akan mengalami proses validasi sebelum digunakan. Instrumen divalidasi oleh dua orang ahli, yakni validator 1 dan validator 2. Untuk dianggap valid, kedua ahli harus memberikan skor rata-rata sebesar 3 dan 4. Validasi dua instrumen dilakukan oleh dua pakar ahli. Berikutnya, hasil penilaian dari kedua ahli akan ditelaah untuk menentukan kelayakan instrumen tersebut. Tes hasil belajar dan modul ajar yang dirancang oleh peneliti akan dikaji oleh dua ahli berdasarkan standar validitas dapat dilihat dari Tabel 2

Tabel 2. Kriteria Validasi Isi

Rentang Indeks	Kategori
0,8 – 1	Validitas optimal
0,6 – 0,79	Validitas baik
0,40 – 0,59	Validitas cukup
0,2 – 0,39	Validitas kurang
0,00 – 0,19	Validitas tidak valid

Prosedur penelitian dimulai dari tahap persiapan instrumen, penerapan PjBL dalam pembelajaran di dalam kelas eksperimen, metode konvensional diterapkan di kelas kontrol hingga pemberian posttest.

Teknik Analisis Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan melaksanakan tes akhir. kepada peserta didik setelah kegiatan pembelajaran selesai dilaksanakan. Data penelitian kemudian dianalisis memanfaatkan statistik deskriptif dan statistik inferensial. Analisis Statistik deskriptif berfungsi agar memperoleh informasi mengenai rerata, persentase, dan kategori keterampilan berpikir kritis siswa. Di sisi lain, analisis statistik inferensial dimanfaatkan untuk menguji hipotesis penelitian melalui pengujian normalitas, pengujian homogenitas, dan independent sample t-test. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan program IBM SPSS Statistics.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tipe penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen desain non-equivalent post-test only control group design. Penelitian dilaksanakan selama empat kali pertemuan dengan melibatkan dua kelas, yaitu kelas XI.3 dan XI.4 di SMAN 4 Bone. Kelas XI.3 ditetapkan sebagai kelas eksperimen, sedangkan kelas XI.4 dijadikan sebagai kelas kontrol.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan pada kelas XI.3 di SMAN 4 Bone, peneliti memperoleh data melalui tes pilihan ganda yang digunakan sebagai instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Hasil tes keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Analisis keterampilan berpikir kritis peserta didik di kelas XI.3 (kelas eksperimen)

N	20
Valid Missing	0
Mean	73,5000
Std. Deviation	13,,86969
Variance	192,368
Range	50,00
Minimum	50,00
Maksimum	100,00
Sum	1470

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan pada kelas XI.4 di SMAN 4 Bone, peneliti memperoleh data melalui tes pilihan ganda yang digunakan sebagai instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Hasil tes keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Analisis keterampilan berpikir kritis peserta didik di kelas XI.4 (kelas kontrol)

N	15
Valid Missing	0
Mean	52.00
Std. Deviation	17,51
Variance	306,429
Range	5500
Minimum	25,00
Maksimum	80,00
Sum	780

Uji persyaratan normalitas

Jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($\text{sig} > 0,05$), maka data dapat dipandang berdistribusi normal. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($\text{sig} < 0,05$), maka data dipandang tidak berdistribusi normal. Hasil pengujian normalitas data keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat diperhatikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis uji normalitas keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol

		Group	
		Kontrol	Eksperimen
Shapiro-Wilk	Statistic	0,922	0,964
	df	15	20
	Sig.	0,203	0,628

Berdasarkan table 5, Data untuk kelas eksperimen yang diajar menggunakan model pembelajaran Project Based Learning memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,628 dan kelas kontrol yang diajar menggunakan model pembelajaran konvensional memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,203. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan data pada kedua kelas terdistribusi normal.

Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk tahu secara statistik apakah terdapat perbedaan peningkatan setelah perlakuan diberikan. Karena data keterampilan berpikir kritis berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis menerapkan statistik parametrik, yaitu independent sample t-test. Uji ini digunakan untuk mengetahui perbedaan rerata hasil belajar fisika antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil pengujian hipotesis terhadap data keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kedua kelas tersebut menggunakan independent sample t-test disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Uji hipotesis keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol

Levene Statistik	T	df	Sig. (2-tailed)
	4,057	33	<.001

Berdasarkan hasil uji independent samples t-test pada tabel, diketahui bahwa nilai Sig. (2-tailed) berada pada angka $< 0,001$. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 sebagai taraf signifikansi, sehingga keputusan yang diperoleh adalah menolak H_0 dan menerima H_1 . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Perbedaan tersebut juga dapat dilihat dari nilai rata-rata ($\bar{x}$), di mana kelas eksperimen menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Uji Effect Size

Effect size merupakan ukuran dipakai untuk mengukur besarnya dampak dari perlakuan terhadap sampel yang mewakili populasi. Jumlah sampel yang digunakan semakin banyak, maka nilai effect size cenderung semakin kecil.

Berdasarkan hasil perhitungan data diperoleh nilai Cohen's d sebesar 1,3. Mengacu pada interpretasi nilai d, Cohen's d = 1,3 termasuk dalam kategori besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model Project Based Learning berpengaruh kuat terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Pembahasan

Selama proses pembelajaran dengan menggunakan model Project Based Learning, peserta didik tampak lebih aktif dibandingkan saat menggunakan pembelajaran konvensional. Peserta didik menjadi lebih berani bertanya, menyampaikan pendapat, serta bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek yang diberikan (Sholeh, Rosyidi, and Arifin 2024). Selain dapat meningkatkan keaktifan peserta didik, model Project Based Learning juga melatih peserta didik untuk kerja sama, bertanggung jawab, serta mampu mengatur waktu dalam menyelesaikan proyek. Peserta didik menjadi lebih mandiri dalam mencari informasi dan menyusun hasil proyek, sehingga kemampuan berpikir mereka dapat berkembang dengan lebih optimal.

Perbedaan hasil tersebut memperlihatkan bahwa peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model Project Based Learning memiliki keterampilan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan peserta didik yang belajar dengan pembelajaran konvensional. Hal ini disebabkan karena model Project Based Learning memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran melalui kegiatan proyek dan penyelesaian masalah. (Aisyah and Gumala 2025).

Hasil uji Independent Sample T-Test menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model Project Based Learning memiliki pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, hasil perhitungan effect size menggunakan Cohen's d diperoleh nilai sebesar 1,3 yang berada pada urutan besar. Nilai tersebut menunjukkan bahwa dampak model Project Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa tergolong kuat (Muslihudin 2019).

Model pembelajaran Project Based Learning dinyatakan efektif karena telah memenuhi beberapa indikator efektivitas pembelajaran, salah satunya adalah memudahkan peserta didik

dalam memahami materi pembelajaran. Selama proses pembelajaran berlangsung, peserta didik lebih mudah menerima serta memahami materi yang diberikan. Selain itu, kegiatan pembelajaran juga terlaksana dengan baik karena model ini memiliki tahapan atau sintaks yang mudah diterapkan dalam proses belajar mengajar. (Nurhamidah and Nurachadijat 2023).

Penelitian terdahulu oleh Sonia dkk. mengkaji pengaruh PjBL terhadap pemahaman konsep pada materi suhu dan kalor. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep. Sementara penelitian saya menunjukkan bahwa PjBL juga efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Jadi, penelitian saya memperluas bukti bahwa manfaat PjBL tidak hanya pada penguasaan konsep tetapi juga pada kemampuan berpikir tingkat tinggi (Handoko et al. 2022)

PjBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena selama proses pembelajaran peserta didik tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi aktif membangun pengetahuan melalui penyelesaian proyek. Mekanismenya dimulai ketika peserta didik diberikan suatu permasalahan nyata yang berkaitan dengan materi gelombang. Mereka kemudian mengidentifikasi masalah, mencari informasi dari berbagai sumber, menganalisis data, merancang solusi, membuat proyek, menguji hasilnya, dan mempresentasikan hasil proyek tersebut. Seluruh tahapan ini melibatkan proses berpikir tingkat tinggi sehingga indikator keterampilan berpikir kritis seperti interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan penjelasan menjadi terlatih.

4. KESIMPULAN

Penerapan model Project Based Learning dengan materi materi gelombang di kelas XI SMAN 4 Bone berjalan dengan baik.. Keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang di kelas XI SMAN 4 Bone menunjukkan hasil yang lebih baik pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Penerapan model Project Based Learning terbukti efektif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan materi materi gelombang di kelas XI SMAN 4 Bone. Penerapan model *Project Based Learning* dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif model pembelajaran dalam mata pelajaran fisika, khususnya pada materi gelombang. Model *Project Based Learning* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, dan penyelesaian proyek.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Fenty Nur, and Yosi Gumala. 2025. "Implementasi Model Problem Based Learning (PBL) Sebagai Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Sekolah Dasar : Literature Review." 4: 1-14.
- Artikel, History, Ali Imran, and Ali Imran. 2025. "Pendidikan Akal, Iman, Dan Ilmu Pengetahuan Dalam Perspektif Qs. Ali Imran Ayat 190-191."
- Elisa. 2023. *Konsep Gelombang Dan Penerapannya Dalam Kehidupan*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Fitri, Nadia Aisah, Nur Sa'adah, Shofwatul Fikriya, Kartika Chrysti Suryandari, and Siti Fatimah. 2023. "Analisis Gelombang Bunyi Melalui Alat Peraga Sederhana Dan Relevansinya Dalam Pembelajaran Di SD." *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* 6(1): 617. doi:10.20961/shes.v6i1.71198.
- Handoko, Akbar, Bambang Sri Anggoro, Shely Rozalia Intan Rozalia Intan, and M Marzuki. 2022. "Trello : Pengaruh Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik." *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi* 6(2): 173-80. doi:10.33369/diklabio.6.2.173-180.
- Hidayat, Muhammad Yusuf. 2021. "IMPLEMENTATION OF GUIDED INQUIRY LEARNING MODEL ASSITED." 9(2).
- Khuzaimah, Andi Ulfah, Mukti Ali, and Nurul Kami Sani. 2025. "Transformasi Kurikulum Fisika Di Indonesia : Kajian Dari KTSP Hingga Kurikulum Merdeka Transformation of Physics Curriculum ... Transformation of Physics Curriculum" 13(1): 47-56. doi:10.24252/jpf.v13i1.57597.
- Lie, Anita, Siti Mina Tamah, Imelda Gozali, and Katarina Retno Triwidayati. 2020. *Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Tinggi*. ed. Tresia Sari Diah Utami.

- Melisa, Rahyuni, Ashadi Ashadi, Anita Triastuti, Sari Hidayati, Achmad Salido, Priska Efriani Luansi Ero, Cut Marlina, Zefrin Zefrin, and Zaki Al Fuad. 2025. "Critical Thinking in the Age of AI: A Systematic Review of AI's Effects on Higher Education." *Educational Process: International Journal* 14. doi:10.22521/edupij.2025.14.31.
- Muslihudin, Ading. 2019. "Penerapan Model Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar." *Jurnal Elementaria Edukasia* 2(2): 2062–70. doi:10.31949/jee.v2i2.1515.
- Nurdiansah, Ihsan, Fahmi Hujjarul Islami, and Pendidikan Fisika. 2020. "Penerapan Model Poe2We Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Materi Gelombang Berjalan Dan Gelombang Stasioner." *Jurnal Pendidikan Fisika* 5(1): 16–22.
- Nurhadiyati, Alghaniy, Rusdinal Rusdinal, and Yanti Fitria. 2020. "Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Sekolah Dasar." *Jurnal Basicedu* 5(1): 327–33. doi:10.31004/basicedu.v5i1.684.
- Nurhamidah, Siti, and Kun Nurachadijat. 2023. "Project Based Learning Dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa." 3: 42–50.
- Putra Socrates, Tegar, and Fatni Mufit. 2022. *EFEKTIVITAS PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS AUGMENTED REALITY: STUDI LITERATUR*.
- RATNA PURI, TASA. 2024. "Menentukan Panjang Gelombang Laser He-Ne." *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)* 5(2): 52–56. doi:10.31851/jupiter.v5i2.12138.
- Sarip, Nurazizah, Kaharuddin Kaharuddin, and Pariabti Palloan. 2022. "Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X Di Sman 10 Makassar." *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika* 18(3): 291. doi:10.35580/jspf.v18i3.31668.
- Sholeh, Muh Ibnu, Hasyim Rosyidi, and Zainur Arifin. 2024. "Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek (Pjbl) Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa." 6(2): 158–76.
- Sudjimat, Dwi Agus, Eddy Sutadji, and Marsono. 2020. *Perencanaan Pembelajaran Kejuruan: Buku Kerja Mahasiswa Berbasis Masalah*.
- Tawil, Muh., and Liliyasi. 2013. *Berpikir Kompleks Dan Implementasinya Dalam Pembelajaran IPA*. Makassar: Badan Penerbit UNM.
- Tuzzahra, Raudya, Hanifah, and Syafdi Maizora. 2019. *Model Project Based Learning Dan Penerapannya*.
- Wantu, Hasyim Mahmud, Vince Tebay, Samsudin, Abdul Halim Fathani, Fuad Rinaldi, Budi Mardikawati, Karolis Anaktototy, et al. 2024. *Transformasi Pendidikan Indonesia Peluang Dan Tantangan Di Era Digital*. ed. Nia Duniawati. Adanu Abimata.