



Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan *PhET* Simulasi terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik

Jihan Sulistya Ananda^{1*}, Muh. Makhrus¹, Sutrio¹, Wahyudi¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2623>

Article Info:

Received : 17 Juni 2026
Revised : 25 Juni 2026
Accepted : 07 Juli 2026
Published : 16 Juli 2026

Correspondence:

Jihan Sulistya Ananda

Phone: +6281222421146

Abstract: This study aimed to determine the effect of the Problem Based Learning (PBL) model assisted by PhET Simulasi on improving students' critical thinking skills in physics. The study employed a quasi-experimental method using a non-equivalent control group design. The sample consisted of 33 students from Class XI IPA 2 as the experimental group and 32 students from Class XI IPA 3 as the control group at SMAN 7 Mataram during the 2025/2026 academic year. The research instrument was an essay test designed to measure critical thinking skills and had met the validity, reliability difficulty level and discrimination power requirements. Data were collected through pretests and posttests and analyzed using normality tests, homogeneity tests, independent sample t-tests, and N-Gain analysis. The results showed that the mean pretest scores of the experimental and control groups were 40.91 and 38.86, respectively, while the mean posttest scores were 85.51 and 77.82. The normality test indicated that the posttest data of both the experimental group were 3.3844 and the control group were 3.8180 were normally distributed because $< \alpha = 11.070$. The homogeneity test showed that the variances of both groups were homogeneous with $F = 1.7402 < F_{table} = 1.810$. The hypothesis testing using the pooled variance t-test revealed that $t_{count} = 3.79 > t_{table} = 1.998$, indicating that the null hypothesis was rejected and the alternative hypothesis was accepted. Furthermore, the N-Gain score of the experimental group was 0.755 in the high category, while that of the control group was 0.637 in the medium category. These findings indicate that the implementation of the Problem Based Learning model assisted by PhET Simulasi has a significant positive effect on improving students' critical thinking skills in physics on wave material.

Keywords: Problem Based Learning; PhET Simulation; Critical Thinking Skills; Physics; Waves.

Citation: Ananda, J. S., Makhrus, M., Sutrio, & Wahyudi. (2026). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan PhET Simulasi terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 2721-2728. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2623>

Pendahuluan

Pembelajaran abad ke-21 memiliki karakteristik pembelajaran yang berfokus pada peningkatan keterampilan abad 21 (Rosnaeni, 2021). Beberapa keterampilan yang menjadi karakteristik abad ke-21 yaitu keterampilan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah, kreativitas dan inovasi, serta komunikasi dan kolaborasi (Makhrus *et al.*, 2019). Keterampilan tersebut perlu di implementasikan dalam proses pembelajaran agar peserta didik mampu menghadapi tantangan

globalisasi dan era *society* 5.0. Era *society* 5.0 membutuhkan sumber daya manusia yang beradaptasi dengan cepat, kreatif, mampu menyelesaikan permasalahan, serta mempunyai kerja sama komunikasi yang efektif (Hadiapurwa *et al.*, 2021). Pengembangan kemampuan berpikir kritis sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan penguatan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS). Oleh karena itu, pembelajaran fisika perlu dirancang melalui model pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk

menganalisis, mengevaluasi, dan menyelesaikan permasalahan kontekstual sebagai upaya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Realitanya di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah sehingga menjadi salah satu penyebab utama kurangnya pemahaman terhadap materi serta pembelajaran yang diterapkan belum mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik baik dalam cara mengembangkan cara berpikir maupun memahami konsep secara mendalam.

Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik adalah proses pembelajaran yang belum sepenuhnya mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir peserta didik secara optimal. Padahal, pembelajaran fisika seharusnya dirancang untuk mendorong peserta didik menemukan, memahami, dan mengonstruksi konsep-konsep fisika secara mandiri sehingga keterampilan berpikir mereka dapat berkembang (Nasution, 2018). Namun demikian, proses pembelajaran yang berlangsung masih cenderung berorientasi pada penguasaan konsep melalui hafalan. Akibatnya peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep yang dipelajari dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Sutrio *et al.*, 2020). Selain itu, fisika sering dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sarat dengan rumus-rumus kompleks dan kurang relevan dengan fenomena yang ditemui dalam kehidupan nyata.

Hasil observasi awal di SMAN 7 Mataram menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, seperti *Problem Based Learning* dan *Discovery Learning*, masih jarang dilakukan sehingga kemampuan berpikir kritis peserta didik belum berkembang secara optimal. Pembelajaran fisika masih didominasi metode ceramah, tanya jawab, dan pemberian tugas, yang menyebabkan peserta didik cenderung pasif dan bergantung pada penjelasan guru. Pada materi gelombang, peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak, seperti panjang gelombang, frekuensi, dan cepat rambat gelombang. Hasil wawancara dengan guru fisika juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah, terutama dalam menganalisis dan memecahkan permasalahan fisika. Kondisi ini dipengaruhi oleh faktor internal, seperti motivasi dan kemampuan belajar, serta faktor eksternal, seperti model pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran.

Guru abad ke-21 dituntut mampu menerapkan pembelajaran yang inovatif dan berpusat pada peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Makhrus *et al.*, 2018). Salah satu model yang dapat digunakan adalah *Problem Based Learning* (PBL), yang

berfokus pada penyelesaian masalah kontekstual untuk melatih kemampuan analisis dan pemecahan masalah (Husna *et al.*, 2025). Namun, penerapan *Problem Based Learning* PBL perlu didukung oleh media pembelajaran yang menarik, seperti PhET simulasi, yang mampu memvisualisasikan konsep-konsep fisika abstrak melalui simulasi interaktif (Riantoni *et al.*, 2019). Selain meningkatkan minat belajar, penggunaan PhET juga mendukung kegiatan eksplorasi konsep dan pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Rahmah & Qudratuddarsi, 2024).

Integrasi *Problem Based Learning* (PBL) dan PhET memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk aktif mengeksplorasi, menganalisis, dan menyelesaikan permasalahan fisika, sehingga berpotensi meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, penerapan model PBL penting untuk menjawab tantangan pembelajaran abad ke-21 dan meningkatkan kualitas pembelajaran fisika secara menyeluruh. Diharapkan kemampuan berpikir kritis yang dikembangkan melalui penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan PhET Simulasi dapat dimanfaatkan oleh peserta didik dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan fisika, baik yang berkaitan dengan fenomena gelombang dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan Hasil berbagai penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET simulasi mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena mendorong peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi selama proses belajar berlangsung (Aisyah *et al.*, 2024). Pembelajaran dengan menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulasi dapat menjadi alternatif bagi guru untuk menumbuhkan motivasi sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian yang dilakukan oleh Gunawan *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* PBL berbantuan PhET Simulasi efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya kemampuan berpikir kritis. Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET dalam pembelajaran fisika tidak hanya membantu peserta didik memahami konsep secara teoritis, tetapi juga melatih peserta didik menghubungkan pengetahuan tersebut dengan permasalahan nyata (Roslina, 2025).

Keterbaruan penelitian ini terletak pada pengujian pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulasi terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan indikator Facione pada materi gelombang pada materi gelombang di tingkat SMA. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya dilakukan pada materi fisika lain atau

berfokus pada hasil belajar kognitif, penelitian ini secara khusus mengkaji peningkatan kemampuan berpikir kritis pada materi gelombang yang memiliki konsep abstrak sehingga memerlukan visualisasi melalui PhET Simulasi. Kontribusi penelitian ini adalah memberikan bukti empiris mengenai efektivitas integrasi PBL dan PhET Simulasi dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis pada materi gelombang yang memiliki karakteristik konsep abstrak.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan PhET Simulasi Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik". Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini setelah diterapkannya model *Problem Based Learning* pada pembelajaran fisika adalah mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan PhET simulasi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan desain penelitian *non-equivalent Control Group*. Penelitian ini dimulai dari pada semester genap bulan April-Juni tahun ajaran 2025/2026. Desain penelitian yang digunakan adalah *non-equivalent Control Group*. Desain penelitian ini melibatkan dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok tersebut terlebih dahulu diberikan *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI SMAN 7 Mataram. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu (Sugiyono, 2023). Kriteria yang digunakan adalah kesetaraan kemampuan akademik peserta didik yang ditentukan berdasarkan rata-rata nilai ulangan harian. Berdasarkan Teknik tersebut diperoleh Kelas XI IPA 2 terdiri dari 33 peserta didik ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang diberi perlakuan menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan PhET, sementara kelas XI IPA 3 sebanyak 32 peserta didik sebagai kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model *Problem Based Learning* berbantuan PhET Simulation, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik. Variabel kontrol meliputi guru, materi pembelajaran, tujuan pembelajaran, instrumen, alokasi waktu, dan teknik penilaian. Sebelum pelaksanaan penelitian, instrumen

terlebih dahulu diuji cobakan kepada peserta didik yang telah mempelajari materi gelombang. Selanjutnya, uji validitas dianalisis menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* dan uji reliabilitas dihitung menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*. Hasil analisis menunjukkan bahwa butir soal dinyatakan valid apabila nilai $r_{hitung} \geq r_{tabel}$, sedangkan instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* memenuhi kriteria reliabilitas, memiliki tingkat kesukaran pada kategori yang sesuai, serta memiliki daya pembeda minimal berkategori cukup sehingga layak digunakan sebagai instrumen penelitian.

Teknik pengumpulan data menggunakan tes kemampuan berpikir kritis berbentuk soal uraian untuk mengukur berpikir kritis adapun indikator yang diukur dalam penelitian ini yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi pada materi gelombang yang diberikan sebagai *pretest* dan *posttest*. Selain itu, data penelitian juga diperoleh melalui lembar observasi kemampuan berpikir kritis peserta didik selama proses pembelajaran berbasis LKPD serta lembar observasi respon peserta didik terhadap penggunaan PhET simulasi selama proses pembelajaran.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui uji prasyarat yang meliputi uji normalitas menggunakan uji Chi-Kuadrat dan uji homogenitas menggunakan uji F. Setelah data dinyatakan normal dan homogen, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Sample t-test* (Uji t) bertujuan untuk membandingkan nilai rata-rata dari dua kelompok sampel (Hasanah *et al.*, 2025). Hasil perhitungan nilai uji t kemudian dibandingkan dengan t tabel pada taraf signifikan 5% sesuai kriteria. Uji hipotesis digunakan untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulation terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Setelah melakukan uji hipotesis selanjutnya untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan uji N-Gain untuk membandingkan peningkatan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol (Hajjah *et al.*, 2022). Selain itu, dilakukan uji kemampuan berpikir kritis bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan PhET simulasi terhadap kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik.

Hasil dan Diskusi

Data hasil dalam penelitian ini diawali dengan mengkaji data kemampuan berpikir kritis peserta didik yang diperoleh selama proses penelitian. Data kemampuan berpikir kritis yang diperoleh melalui pemberian tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) kepada peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Selain itu, penelitian ini juga didukung oleh data hasil pengamatan kemampuan berpikir kritis

peserta didik selama poses pembelajaran berbasis LKPD dan respon peserta didik terhadap pembelajaran menggunakan PhET simulasi.

Data hasil pretest dan *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang. Kelas eksperimen memperoleh perlakuan berupa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulation, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai pretest pada kelas eksperimen dan kontrol masing-masing sebesar 40,91 dan 38,86. Setelah perlakuan diberikan, rata-rata nilai

posttest meningkat menjadi 85,51 pada kelas eksperimen dan 77,82 pada kelas kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil pengamatan kemampuan berpikir kritis peserta didik selama proses pembelajaran bertujuan untuk mengetahui dan menilai tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui kegiatan yang terdapat dalam LKPD. Rekapitulasi penilaian hasil pengamatan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Kemampuan Berpikir Kritis Selama Proses Pembelajaran

Indikator	Rata-rata Skor	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Interpretasi	3,30	3,06
Analisis	3,24	3,25
Evaluasi	3,09	2,97
Inferensi	3,18	3,22
Penjelasan	3,24	2,88
Rata-rata Skor Total	16,06	15,38
Rata-rata Nilai (%)	80,30	76,88
Kategori	Baik	Baik

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil pengamatan kemampuan berpikir kritis peserta didik, diperoleh rata-rata nilai kelas eksperimen sebesar 80,30% dengan kategori Baik, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata nilai sebesar 76,88% dengan kategori Baik. Data hasil observasi respon peserta didik

ini diberikan kepada kelas eksperimen yaitu kelas yang telah diberikan perlakuan dengan pembelajaran menggunakan PhET. Rekapitulasi penilaian respon peserta didik pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian Respon Peserta Didik Selama Proses Pembelajaran Menggunakan PhET Simulasi

Indikator	Rata-rata	Keterangan
Antusias mengikuti pembelajaran	3,36	Sangat Baik
Aktif menggunakan PhET	3,48	Sangat Baik
Rasa ingin tahu	2,94	Baik
Kemampuan mengemukakan pendapat	3,27	Sangat Baik
Rata-rata Skor Total	13,06	
Rata-rata Nilai (%)	81,63	Sangat Baik

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, data *pretest* dan *posttest* terlebih dahulu dianalisis melalui uji normalitas dan uji homogenitas sebagai uji prasyarat. Uji

normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal. Data hasil uji validitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Uji Normalitas Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol

Kelas	Nilai	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	α	
Eksperimen	Pretest	4,2125	11,070	0,05	Terdistribusi Normal
Kontrol	Pretest	2,6292	11,070	0,05	
Eksperimen	Posttest	3,3844	11,070	0,05	Terdistribusi Normal
Kontrol	Posttest	3,8180	11,070	0,05	

Berdasarkan Tabel 3 diatas hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data *posttest* kelas eksperimen

$\chi^2_{hitung} = 3,3844$ dan kelas kontrol $\chi^2_{hitung} = 3,8180$ berdistribusi normal karena nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$

(11,070). Sedangkan uji homogenitas bertujuan untuk menguji kesamaan varians antara kedua kelompok. Data hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Data Hasil Uji Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	Nilai	F_{hitung}	F_{tabel}	Keterangan
Eksperimen	Pretest	1,7736	1,816	Homogen
Kontrol	Pretest			
Eksperimen	Posttest	1,7402	1,810	Homogen
Kontrol	Posttest			

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa varians kedua kelas bersifat homogen dengan nilai F_{hitung} sebesar 1,7402,

F_{tabel} sebesar 1,810. Setelah data memenuhi uji prasyarat, dilakukan uji hipotesis menggunakan uji t. hasil uji hipotesis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Uji Hipotesis

Kelas	Jumlah Peserta Didik	Rata-rata	S^2 (Varians)	t_{hitung}	t_{tabel}
Eksperimen	33	85,51	48,77	3,79	1,998
Kontrol	32	77,82	85,87		

Berdasarkan Tabel 5 di atas, dapat dilihat bahwa nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($3,79 > 1,998$), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET simulasi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik. Hasil ini menunjukkan bahwa

pembelajaran dengan model PBL berbantuan PhET simulasi lebih efektif dibandingkan pembelajaran yang diterapkan pada kelas kontrol.

Untuk mengetahui besarnya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik, dilakukan analisis menggunakan uji N-Gain. Data hasil uji N-Gain dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji N-Gain

Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	N-Gain	Kategori
Eksperimen	40,91	85,51	0,755	Tinggi
Kontrol	38,86	77,82	0,637	Sedang

Berdasarkan Tabel 6 hasil analisis menunjukkan bahwa nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,755 yang termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan nilai N-Gain kelas kontrol sebesar 0,637 yang berada pada kategori sedang. Perbedaan nilai N-Gain tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang belajar menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan PhET Simulasi lebih tinggi dibandingkan peserta didik yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Sintaks *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan PhET Simulasi berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang. Pengguna media PhET dapat memvisualisasikan perambatan gelombang, gerak partikel medium, serta pengaturan frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang, yang membantu peserta didik menginterpretasikan fenomena, menganalisis hubungan antarvariabel, mengevaluasi hasil pengamatan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh selama kegiatan

penyelidikan. Berdasarkan hasil penelitian kemampuan berpikir kritis peserta didik juga dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui tingkat kemampuan berpikir kritis yang dicapai setelah proses pembelajaran. Analisis ini dilakukan dengan mengelompokkan hasil *posttest* ke dalam kategori kemampuan berpikir kritis. Hasil analisis tingkat kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh rata-rata skor *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen mencapai 85,51 yang termasuk dalam kategori sangat kritis, sedangkan pada kelas kontrol diperoleh rata-rata skor sebesar 77,82 dengan kategori kritis.

Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik yang mengikuti pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulasi memiliki kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang belajar melalui pembelajaran konvensional. Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan model PBL berbantuan PhET Simulasi efektif

dalam memfasilitasi peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan, menganalisis informasi, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, serta menyusun kesimpulan berdasarkan hasil penyelidikan yang dilakukan selama proses pembelajaran. Hasil penelitian Sejalan dengan penelitian Ramadhan, Hasyim, dan Wibowo (2019) menunjukkan bahwa pembelajaran yang memanfaatkan simulasi PhET lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional karena mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, sehingga peserta didik lebih mudah memahami konsep fisika dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan kemampuan berpikir kritis peserta didik selama proses pembelajaran berbasis LKPD pada Tabel 1, diperoleh bahwa peserta didik pada kelas eksperimen mampu menyelesaikan tugas-tugas yang menuntut kemampuan interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan eksplanasi dengan kategori baik. Indikator analisis memperoleh rata-rata tertinggi karena penggunaan simulasi PhET memudahkan peserta didik dalam mengidentifikasi hubungan antar konsep, menganalisis fenomena gelombang, serta mengaitkan hasil pengamatan dengan konsep fisika yang dipelajari. Sementara itu, Indikator evaluasi memperoleh skor rata-rata terendah dibandingkan indikator kemampuan berpikir kritis lainnya, yaitu sebesar 3,09 pada kelas eksperimen dan 2,97 pada kelas kontrol. Meskipun model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulasi mampu memvisualisasikan konsep gelombang yang abstrak, kemampuan evaluasi memerlukan proses berpikir tingkat tinggi, seperti menilai ketepatan argumen dan memvalidasi hasil berdasarkan konsep fisika.

Rendahnya capaian pada indikator evaluasi menunjukkan bahwa peserta didik masih cenderung menerima hasil pembelajaran tanpa melakukan evaluasi secara kritis. Oleh karena itu, diperlukan penguatan melalui LKPD yang memuat pertanyaan berpikir tingkat tinggi untuk melatih kemampuan evaluasi peserta didik secara lebih optimal. Penggunaan LKPD berbasis masalah membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara bertahap melalui kegiatan penyelidikan, pengumpulan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Berbeda dengan kelas kontrol yang pembelajarannya lebih banyak menggunakan metode konvensional, peserta didik pada kelas eksperimen memperoleh kesempatan yang lebih luas untuk melakukan penyelidikan, menemukan konsep secara mandiri, dan mengembangkan keterampilan proses yang mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis.

Hasil observasi respon peserta didik selama pembelajaran menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik memberikan respon positif terhadap

penggunaan simulasi PhET. Peserta didik terlihat antusias mengikuti pembelajaran, aktif menggunakan simulasi, berani mengemukakan pendapat, aktif berdiskusi, dan menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi terhadap fenomena gelombang yang diamati. Respon positif tersebut menunjukkan bahwa penggunaan PhET mampu menciptakan suasana pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan bermakna bagi peserta didik.

Hasil yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rezki & Yanto (2025) menyatakan bahwa kelas eksperimen yang diberikan perlakuan menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan PhET, lebih aktif dan antusias saat mengikuti proses pembelajaran serta memiliki kemampuan akhir yang lebih tinggi dilihat dari peningkatan hasil belajarnya daripada kelas kontrol yang diberikan perlakuan dengan model pembelajaran konvensional. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan PhET dapat mengaktifkan peserta didik melalui kegiatan pemecahan masalah. Hal ini dapat dilihat dari antusias dan aktivitas peserta didik dalam menjalani proses pembelajaran, sehingga berdampak pada kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen jika dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil analisis deskriptif dan inferensial menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada hasil *posttest* kemampuan berikir kritis peserta didik terhadap kelas eksperimen yang diajarkan menggunakan model *Problem Based Learning* lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang di ajarkan menggunakan model pembelajaran konvensional. Hal ini sesuai dengan pendapat Rusman (2018) menyatakan bahwa, model *Problem Based Learning* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar berfikir kritis dan memperoleh kemampuan memecahkan masalah yang dihadapi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan data yang dianalisis dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan PhET simulasi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik ditunjukkan oleh nilai rata-rata N-Gain. Kelas eksperimen yang menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan PhET Simulation memperoleh skor N-Gain sebesar 0,755 dengan kategori tinggi, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang memperoleh skor 0,637 dengan kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantuan PhET Simulation lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala SMAN 7 Mataram beserta guru fisika yang telah memberikan izin dan bantuan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada peserta didik kelas XI SMAN 7 Mataram yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi selama proses penyusunan penelitian hingga penulisan artikel ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pembelajaran fisika dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Referensi

- Aisyah, N., Kosim, K., Gunawan, G., & Gunada, I. W. (2024). The effect of problem-based learning model assisted by PhET media on students' critical thinking skills. *Indonesian Journal of STEM Education*, 6(2), 86-101.
- Gunawan, A.R, Hikmawati, H., Gunada, I.W, & Susilawati, S. (2021). Pengembangan perangkat pembelajaran model pbl berbantuan simulasi phet untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. *Jurnal Kappa*, 5 (2), 166-173. <https://doi.org/10.29408/kpj.v5i2.3973>
- Hadiapurwa, A., Riani, P., Yulianti, M. F., & Yuningsih, E. K. (2021). Implementasi merdeka belajar untuk membekali kompetensi generasi muda dalam menghadapi era society 5.0. *Al-Mudarris (Jurnal Ilmiah Pendidikan Islam)*, 4(1), 115-129. <https://doi.org/10.23971/mdr.v4i1.3140>
- Hajjah, M., Munawaroh, F., Wulandari, A. Y. R., & Hidayati, Y. (2022). Implementasi model experiential learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Natural Science Education Research*, 5(1), 79-88. <https://doi.org/10.21107/nser.v5i1.4371>
- Hasanah, N., Hikmawati, H., & Ardhuha, J. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media Simulasi PhET Terhadap Hasil Belajar Fisika Kelas XI SMAN 1 Lingsar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(3), 2539-2545. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i3.3933>
- Husna, A., Ilmi, N., & Gusmaneli, G. (2025). Strategi pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Matematika*, 2(2), 76-86. <https://doi.org/10.62383/katalis.v2i2.1532>
- Makhrus, M., Harjono, A., Syukur, A., Bahri, S., & Muntari, M. (2018). Identifikasi kesiapan LKPD guru terhadap keterampilan abad 21 pada pembelajaran IPA SMP. *Jurnal ilmiah profesi pendidikan*, 3(2). <https://doi.org/10.29303/jipp.v3i2.20>
- Makhrus, M., Harjono, A., Syukur, A., Bahri, S., & Muntari, M. (2019). Analisis rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) terhadap kesiapan guru sebagai "Role Model" Keterampilan abad 21 pada pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 5(1). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v5i1.171>
- Nasution, S. W. R. (2018). Penerapan model inkuiri terbimbing (guided inquiry) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Journal Education and Development*, 3(1), 1-5. <https://doi.org/10.37081/ed.v3i1.85>
- Rahmah, N., & Qudratuddarsi, H. (2024). Pelatihan pemanfaatan laboratorium virtual (virtual laboratory) sebagai media praktikum ipa berbasis digital. *Beru'-beru'. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 49-57. <https://doi.org/10.31605/jipm.v3i1.4365>
- Ramadhan, A., Hasyim, F., & Wibowo, H. A. C. (2019). Efektifitas Pembelajaran Fisika Bab Gaya Menggunakan Media Simulasi PhET dan Alat Peraga Sederhana Pada Siswa SMP Kelas 8 untuk Meningkatkan Penguasaan Materi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 4(1), 2527-5917.
- Rezki, D. M., & Yanto, F. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan PhET Simulations Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMPN 34 Padang. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 2(4), 83-90. <https://doi.org/10.56842/jpk.v2i4.700>
- Riantoni, C., Astalini, A., & Darmaji, D. (2019). Studi penggunaan PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71. <https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v6i2.14202>
- Roslina, R. (2025). Interactive multimedia based on problem-based learning to improve students'concept understanding in physics subjects: multimedia interaktif berbasis Problem Based Learning untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa pada mata pelajaran fisika. *Educate: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 10(1), 41-54. <https://doi.org/10.32832/educate.v10i1.18342>
- Rosnaeni, R. (2021). Karakteristik dan asesmen pembelajaran abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 4334-4339. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1548>
- Rusman. (2018). *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Depok: Rajawali Pers.

- Sugiyono, S. (2023). Metode Penelitian Kualitatif dan R&D. Bandung: Penerbit ALFABETA.
- Sutrio, S., Makhrus, M., & Larasati, A. (2020). Pengaruh Pendekatan Konflik Kognitif Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Gerak Lurus. *Jurnal Kappa*, 4 (2), 136-142.