



## Pengaruh Model *Problem Based Learning (Pbl)* Berbantuan *Phet Simulation* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Qothrunnada<sup>1\*</sup>, Syahrial Ayub<sup>1</sup>, I Wayan Gunada<sup>1</sup>, Kosim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i4.1116>

### Article Info:

Received : 08 September 2025  
Revised : 20 September 2025  
Accepted : 06 Oktober 2025  
Published : 17 November 2025

### Correspondence:

Qothrunnada

Phone:

**Abstract:** This study aims to examine whether the Problem-Based Learning (PBL) model assisted by PhET Simulation has an effect on students' critical thinking skills. The type of research used was a quasi-experimental design with a non-equivalent control group design. The population in this study consisted of all grade XI science classes at SMA Negeri 1 Gerung. The sample was selected using saturated sampling, with class XI F (36 students) as the experimental group and class XI G (34 students) as the control group. The experimental group received treatment using the Problem-Based Learning (PBL) model assisted by PhET Simulation, while the control group was taught using conventional learning methods. The test instrument consisted of five essay-type questions. The hypothesis was tested using the Independent Samples t-test at a 5% significance level, which produced a significance value of 0.001 for students' critical thinking skills. Since this value is smaller than the 5% significance level (0.050), H<sub>0</sub> was rejected and H<sub>a</sub> was accepted. These results indicate that the PBL model assisted by PhET Simulation has a significant effect on students' physics problem-solving skills, further supported by the higher N-Gain score of the experimental class compared to the control class.

**Keywords:** critical thinking, PhET Simulation, Problem-Based Learning (PBL)

**Citation:** Qothrunnada, Q., Ayub, S., Gunada, I. W., & Kosim. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Berbantuan Phet Simulation untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(4), 1867-1875. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i4.1116>

## Pendahuluan

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki beragam keterampilan yang esensial untuk menghadapi tantangan global. Hal ini mencakup kemampuan berpikir kritis, kreativitas, pemecahan masalah, komunikasi, kolaborasi, serta literasi informasi (Nuriyati & Chanifudin, 2020). Empat pilar utama pembelajaran yang meliputi belajar untuk mengetahui, melakukan, menjadi, dan hidup bersama menjadi landasan pengembangan keterampilan ini. Ayub et al. (2023) menekankan bahwa keterampilan abad 21 ini penting diterapkan di sekolah karena peserta didik berperan sebagai agen perubahan sosial yang memiliki semangat, kemampuan, dan daya saing tinggi di tengah masyarakat yang dinamis. Perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) juga memaksa adanya perubahan paradigma dalam pembelajaran,

yang tercermin dari perubahan kurikulum, media, dan teknologi (Rahayu et al., 2022). Kurikulum Merdeka menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk meningkatkan keterampilan abad 21, termasuk dalam pembelajaran fisika.

Fisika sebagai bagian dari sains memiliki peran penting dalam memberikan pemahaman mendalam tentang fenomena alam. Sains sendiri bukan hanya kumpulan fakta, melainkan sistem pengetahuan yang terstruktur yang mendukung proses ilmiah yang jujur, terbuka, objektif, dan kritis (Rahmana et al., 2022). Pada tingkat SMA/MA, fisika tidak hanya memberikan bekal ilmu bagi siswa, tetapi juga menjadi wahana untuk menumbuhkan kemampuan berpikir yang esensial untuk pemecahan masalah sehari-hari (Simamora, 2021). Namun demikian, pembelajaran fisika seringkali dihadapkan pada tantangan, terutama dalam

Email: [qothrunnadanida10@gmail.com](mailto:qothrunnadanida10@gmail.com)

menghadirkan konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami oleh peserta didik. Hal ini diperparah dengan pendekatan pembelajaran yang masih didominasi oleh metode konvensional berpusat pada guru (*teacher-centered*), yang membuat peserta didik menjadi pasif dan mudah merasa bosan (Anas, 2015). Pengamatan dan wawancara dengan guru fisika di SMAN 1 Gerung pada 18 September 2024 juga menunjukkan dominasi metode ceramah yang berakibat pada rendahnya pemahaman konsep fisika dan kurangnya motivasi belajar peserta didik.

Peserta didik sendiri mengungkapkan bahwa pembelajaran fisika terasa monoton dan terlalu teoritis, dengan variasi metode yang minim. Meskipun praktikum dilakukan, pelaksanaannya terbatas dan hanya berupa eksperimen sederhana yang tidak cukup menggambarkan penerapan konsep dalam kehidupan nyata. Akibatnya, peserta didik sulit menemukan relevansi antara teori dan praktik, yang berdampak pada rendahnya minat dan motivasi belajar. Kurangnya pemanfaatan media pembelajaran interaktif dan inovatif juga semakin memperburuk kondisi ini (Astuti, 2019). Konsep-konsep abstrak dalam sains menuntut visualisasi yang memadai agar lebih mudah dipahami, sehingga diperlukan upaya inovatif untuk meningkatkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan aplikatif. Salah satu model pembelajaran yang dinilai efektif untuk mengatasi tantangan ini adalah *Problem Based Learning (PBL)*.

PBL merupakan model yang berorientasi pada masalah nyata, mendorong partisipasi aktif peserta didik, dan membangun keterampilan berpikir kritis melalui diskusi kolaboratif dan eksplorasi mendalam (Gunawan et al., 2021). Model ini memfokuskan pembelajaran pada pemecahan masalah, memungkinkan peserta didik untuk memperoleh pengetahuan, melatih keterampilan bernalar, dan meningkatkan kepercayaan diri dalam memecahkan persoalan (Mucharom, 2022). Sintaks PBL meliputi orientasi pada masalah, pengorganisasian pembelajaran, penyelidikan mandiri, pengembangan dan penyajian hasil, serta analisis dan evaluasi (Ahyar et al., 2019). Fase-fase ini menekankan pada pembelajaran kontekstual dan kolaboratif, yang sejalan dengan kebutuhan abad 21. Untuk mendukung implementasi PBL, pemanfaatan media interaktif seperti *PhET Simulations* menjadi solusi inovatif.

PhET merupakan laboratorium virtual yang menyediakan berbagai simulasi interaktif, memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen digital, mengeksplorasi konsep fisika, dan memvisualisasikan fenomena yang sulit diamati secara langsung (Novita et al., 2023; Aprilianti et al., 2024). Penggunaan *PhET Simulations* tidak hanya mempermudah guru dalam menyampaikan materi,

tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menyenangkan bagi peserta didik (Astuti, 2019). PhET menekankan keterkaitan antara kehidupan nyata dengan prinsip sains, mendukung konstruktivisme, dan memfasilitasi eksperimen tanpa keterbatasan laboratorium fisik (Aprilianti et al., 2024).

Berpikir kritis sendiri menjadi salah satu indikator penting dalam keberhasilan pembelajaran berbasis PBL dan media *PhET Simulations*. Berpikir kritis meliputi proses analisis, evaluasi, inferensi, dan pengambilan keputusan berbasis bukti (Triandini et al., 2021). Menurut Ennis (1996), berpikir kritis merupakan pemikiran yang logis dan reflektif, fokus pada penentuan apa yang harus diyakini atau dilakukan (Murniati et al., 2020). Penelitian-penelitian sebelumnya mendukung bahwa penerapan model PBL berbantuan *PhET Simulations* terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konsep pada materi fisika (Hawa et al., 2021; Verawati & Hikmawati, 2021; Rohmawati et al., 2023). Melalui pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik dan visualisasi konsep yang lebih konkret, peserta didik terdorong untuk berpikir lebih dalam, menganalisis data, serta menghubungkan teori dengan praktik nyata.

Berdasarkan berbagai paparan di atas, penelitian ini dirumuskan dengan fokus utama pada pertanyaan: apakah penerapan model *Problem Based Learning (PBL)* berbantuan media *PhET Simulations* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik? Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh bukti empiris tentang pengaruh integrasi PBL dan *PhET Simulations* terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam memilih strategi dan media pembelajaran yang lebih efektif, sekaligus menjadi acuan bagi sekolah dalam pengembangan kurikulum dan peningkatan kualitas pembelajaran fisika di era digital. Lebih jauh, temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian tentang pentingnya kolaborasi model PBL dan media *PhET Simulations* dalam mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik di abad 21.

## Metode

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi eksperimen* dengan desain *nonequivalent control group design*. Tempat penelitian adalah SMAN 1 Gerung dengan populasi seluruh kelas XI IPA tahun ajaran 2024/2025. Teknik pengambilan sampel menggunakan *sampling jenuh*, di mana semua anggota populasi dijadikan sampel (Sugiyono, 2022). Kelas XI F sebagai kelas eksperimen dan kelas XI G sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen diberi perlakuan menggunakan model *Problem Based Learning (PBL)* berbantuan *PhET*

*Simulation*, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *PhET Simulation*, sedangkan variabel terikat adalah kemampuan berpikir kritis. Instrumen penelitian berupa tes uraian sebanyak 5 butir soal yang telah diuji validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran. Peserta didik diberikan *pretest* dan *posttest* untuk menganalisis kemampuan pemecahan masalah fisika mereka. Analisis data mencakup uji normalitas (menggunakan uji *shapiro-wilk*), uji homogenitas (menggunakan *Homogeneity Levene.*), uji hipotesis (menggunakan *Independen Samples T -Test.*) serta uji *N-Gain* untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan yang diberikan (Sukarelawan, 2024).

**Hasil dan Pembahasan**

Hasil penelitian ini terdiri dari hasil uji instrument, data hasil tes awal (*pretest*) data hasil tes akhir (*posttest*), hasil uji hipotesis dan hasil uji *N - Gain*. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes uraian sebanyak 5 item soal dan dikoreksi sesuai dengan lima indikator kemampuan berpikir kritis dengan jumlah peserta didik yaitu 30 orang. Berikut hasil analisis yang meliputi uji validitas, realibilitas, daya beda soal dan tingkat kesukaran soal.

**Uji Validitas**

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui valid atau tidaknya instrumen yang digunakan. Uji validitas dicari dengan menggunakan *korelasi product moment*.

**Tabel 1.** Hasil Uji Validitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kriis

Instrumen Soal	Jumlah Item Soal	Item Soal Valid	Item Soal Tidak Valid
Kemampuan Berpikir Kriis	5	5	0

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa pada instrumen soal kemampuan berpikir kritis terdapat 5 item soal yang valid dan tidak ada item soal yang tidak valid. Instrumen soal yang valid, layak digunakan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

**Uji Reabilitas**

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kepercayaan instrumen tes yang digunakan dalam mengukur suatu variabel. Reliabilitas menunjukkan sejauh mana sebuah instrumen menghasilkan data yang konsisten ketika digunakan

berulang kali dalam kondisi yang sama. Instrumen yang reliabel sangat penting agar data yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan. Untuk uji reliabilitas pada penelitian ini digunakan rumus Alpha Cronbach. Rumus tersebut umum digunakan untuk menguji konsistensi internal suatu instrumen, terutama yang berbentuk tes atau angket. Nilai Alpha Cronbach yang tinggi menunjukkan bahwa butir-butir soal dalam instrumen memiliki keterkaitan yang baik. Dengan demikian, uji reliabilitas memastikan bahwa instrumen yang digunakan layak untuk mengukur variabel penelitian secara akurat.

**Tabel 2.** Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kriis.

Instrumen Soal	$r_{11}$	$r_{tabel}$	Ket
Kemampuan Berpikir Kriis	0,446	0,361	reliabel

**Uji Tingkat Kesukaran Soal**

Analisis tingkat kesukaran bertujuan untuk mengetahui apakah soal tersebut tergolong mudah atau sukar. Hasil uji tingkat kesukaran soal disajikan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal Instrumen Kemampuan Berpikir Kriis

Kategori Soal	Jumlah Soal	Keterangan
Sukar	2	4,5
Sedang	3	1,2,3
Mudah	-	-

**Uji Daya Beda**

Membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dengan yang berkemampuan rendah. Hasil uji daya beda soal disajikan pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Hasil Uji Daya Beda Soal Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis

Kategori Soal	Jumlah Soal	Keterangan
Jelek	0	-
Cukup	1	4
Baik	3	1,3,5
Sangat Baik	1	2

Berdasarkan uji coba instrumen, diperoleh **5 soal uraian** yang layak digunakan untuk tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Soal-soal tersebut telah melewati fase verifikasi kualitas butir melalui analisis uji coba. Evaluasi mencakup aspek kesesuaian indikator pembelajaran dan keterwakilan materi. Selain itu, analisis juga dilakukan terhadap kesukaran tiap soal dan daya pembedanya. Hasil analisis menunjukkan

bahwa semua butir memenuhi kriteria yang ditetapkan. Oleh karena itu, kelima soal ini dipilih sebagai instrumen yang valid untuk kedua tes. Penggunaan soal yang sama pada pretest dan posttest bertujuan untuk mengukur perubahan pemahaman peserta didik secara akurat. Akhirnya, kelayakan instrumen ini memberi dasar yang kuat bagi analisis hasil belajar dalam penelitian.

**Data Hasil Tes Awal (*Pretest*)**

Hasil tes awal (*pretest*) yang diperoleh kemudian di uji homogenitas untuk mengetahui kemampuan awal kelas eksperimen atau kontrol berasal dari kemampuan yang sama atau tidak sebelum diberikan perlakuan. Hasil tes awal (*pretest*) disajikan pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Data Hasil Tes Awal Kemampuan Berpikir peserta didik

Kelas	Jumlah Siswa	Nilai tertinggi	Nilai terendah	Rata-rata
Eksprimen	33	70	75	52
Kontrol	32	75	5	48,5

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa besar nilai rata-rata tes awal kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen adalah 52 sedangkan rata-rata kelas kontrol adalah sebesar 48,5

**Uji Homogenitas *Pretest***

Hasil uji homogenitas data hasil tes awal (*pretest*) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dianalisis menggunakan SPSS 27 dengan *Levene's Test* yang disajikan pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6.** Hasil Uji Homogenitas Tes Awal (*Pretest*)

Tes Homogenitas Varian				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai Based on Mean	3.724	1	62	.058

Berdasarkan Tabel 6, uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan *Levene's Test* pada bagian *Based on Mean*. Nilai signifikansi (Sig.) yang diperoleh adalah **0,058**, yang kemudian dibandingkan dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar **0,05**. Karena nilai Sig. lebih besar dari  $\alpha$  ( $0,058 > 0,05$ ), maka keputusan statistik menolak  $H_1$  dan menerima  $H_0$ . Hal ini berarti varians data pretest kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak berbeda secara signifikan. Dengan kata lain, varians kedua kelompok dianggap sama atau **homogen**, sesuai dengan prinsip *Levene's Test*. Kondisi homogenitas varians ini sangat penting sebelum

menerapkan perlakuan atau intervensi dalam penelitian. Selanjutnya, kedua kelas – yang sudah terbukti memiliki varians serupa – diberikan perlakuan berbeda sesuai rancangan penelitian. Akhirnya, data dari posttest diolah dengan asumsi bahwa kelompok sampel berasal dari populasi dengan varians yang sama, sehingga analisis statistik lanjutan dapat dilakukan dengan lebih sah dan valid.

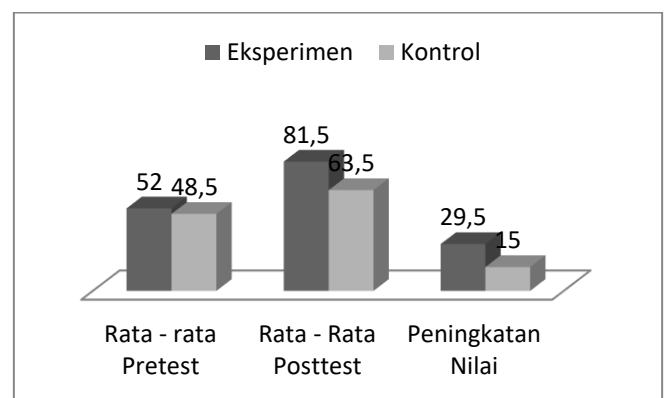
**Data Hasil Tes Akhir (*Posttest*)**

*Posttest* diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah diberikan perlakuan, kemudian hasil dari perlakuan tersebut (*posttest*) diuji normalitas dan homogenitas sebagai syarat untuk melakukan uji hipotesis. Hasil tes disajikan pada Tabel 7 di bawah ini.

**Tabel 7.** Hasil Tes Akhir Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Kelas	Jumlah data	Nil tertinggi	Nilai terendah	Rata-rata
Eksprimen	33	90	55	81,5
Kontrol	32	85	35	63,5

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa kelas eksperimen maupun kelas kontrol mengalami peningkatan. Pada kelas eksperimen didapatkan rata-ratanya sebesar 81,5 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 63,5 Untuk tingkat kenaikan rata-rata yang diperoleh masing-masing kelas baik eksperimen maupun kontrol dari *pretest* sampai dengan *posttest* dipresentasikan dalam bentuk histogram seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Perbandingan Peningkatan Rata- Rata Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

**Uji Normalitas**

Uji normalitas dilakukan terhadap data hasil pretest dan posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah data kemampuan berpikir kritis kedua kelas terdistribusi normal atau tidak. Pada uji normalitas ini menggunakan uji *shapiro-wilk* digunakan untuk menguji apakah data berdistribusi normal, terutama direkomendasikan untuk sampel kecil ( $n < 50$ ). Kriteria pengambilan keputusan adalah jika nilai signifikansi (*Sig.*)  $> 0,05$ , maka data dianggap berdistribusi normal.

**Tabel 8.** Hasil Uji Normalitas Kemampuan Berpikir Kritis

		Tes Normalitas		
		Shapiro-Wilk		
		statistic	df	sig
Nilai	Kelas Eksperimen	3.574	32	0.296

Berdasarkan Tabel 8 diatas menunjukkan bahwa hasil kemampuan berpikir kritis peserta didik hal ini menunjukkan bahwa data kemampuan berpikir kriti peserta didik kedua kelas terdistribusi normal karena nilai signifikansi (*Sig.*)  $> 0,05$ .

**Uji Homogenitas Posttest**

Uji homogenitas data hasil *posttest* digunakan untuk mengetahui tindak lanjut uji hipotesis (*t-test*) yang akan digunakan. Hasil perhitungan uji homogenitas hasil *posttest* kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

**Tabel 8.** Hasil Uji Homogenitas Posttest Kemampuan Berpikir Kritis

		Tes Homogenitas Varian			
		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	3.574	1	62	.063

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Tabel 7, terlihat bahwa nilai *Levene Statistic* pada bagian *Based on Mean* adalah sebesar 3,574, dengan nilai signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,063. Nilai signifikansi ini lebih besar dari taraf signifikansi yang ditetapkan, yaitu  $a = 0,05$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada tes kemampuan berpikir kritis dinyatakan homogen dengan taraf signifikansi 5% sesuai dengan kriteria homogenitas (*Sig.*)  $> 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa asumsi homogenitas varians terpenuhi, sehingga data hasil *posttest* dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan uji parametrik *Independent Sample t-test*

**Uji Hipotesis**

Uji hipotesis merupakan uji yang bertujuan untuk mengetahui apakah hipotesis yang telah ditentukan dalam penelitian ini diterima atau ditolak. Data yang digunakan untuk melakukan uji hipotesis adalah data hasil tes akhir (*posttest*) yang terdistribusi normal dan homogen dengan menggunakan uji *Independen Samples T -Test*. Hasil uji hipotesis disajikan pada Tabel 10 berikut.

**Tabel 10.** Hasil Uji *Independen Samples T -Test* Kemampuan Berpikir Kritis

Sig.	Taraf Signifikansi	Kriteria
0,001	0,050	$H_a$ diterima

Berdasarkan perhitungan dengan bantuan SPSS 27 didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,001, karena nilai ini lebih kecil daripada taraf signifikansi 5% (0,050) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model *problem based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

**Uji N- Gain**

Uji N - Gain dilakukan dilakukan dengan membandingkan hasil tes awal (*pretest*) dan hasil tes akhir (*posttest*) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji analisis N-Gain dapat dilihat pada Tabel 11 berikut.

**Tabel 11.** Hasil Uji *N- Gain* Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	<i>N - Gain</i> Skor	Kriteria
Eksperimen	0,4895	Sedang
Kontrol	0,1634	Rendah

Berdasarkan tabel hasil analisis *N-Gain* Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol, diketahui bahwa peningkatan hasil belajar peserta didik pada kelas eksperimen tergolong dalam kategori sedang ( $g = 0,4895$ ), sedangkan pada kelas kontrol tergolong dalam kategori rendah ( $g = 0,1634$ ). Ini membuktikan bahwa penerapan model *problem based learning* berbantuan *PhET Simulation* efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibandingkan dengan menggunakan model pembelajaran konvensional.

Model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *PhET Simulations* pada penelitian ini dirancang untuk meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) mengajak peserta didik untuk menyelesaikan masalah nyata secara sistematis, sedangkan *PhET Simulations* memfasilitasi visualisasi konsep-konsep

fisika yang kompleks, sehingga mempermudah pemahaman dan internalisasi konsep. Melalui pendekatan berbasis masalah ini, peserta didik diajak untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memecahkan persoalan kontekstual, terutama yang berkaitan dengan materi fluida statis. Penerapan model PBL ini mendorong keaktifan peserta didik dalam diskusi, kerja kelompok, serta penyusunan solusi.

Hal ini berkontribusi langsung pada peningkatan kemampuan berpikir kritis, yang tercermin dari hasil *posttest*. Kelas yang mengikuti model PBL berbantuan *PhET Simulations* menunjukkan peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Selain itu, model ini memfasilitasi kerja sama antar peserta didik dalam menyusun gagasan dan solusi melalui proses berpikir kritis yang lebih terstruktur dan sistematis. Tahapan implementasi PBL dalam penelitian ini mengikuti lima fase utama. Fase pertama adalah orientasi pada masalah, di mana guru memaparkan permasalahan kontekstual seperti fenomena benda terapung yang relevan dengan hukum Archimedes, untuk memicu rasa ingin tahu dan motivasi peserta didik. Pada fase kedua, yaitu pengorganisasian belajar, guru membimbing peserta didik dalam pembentukan kelompok, diskusi masalah, penyusunan pertanyaan kunci, dan perencanaan penyelidikan dengan bantuan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dirancang sesuai kebutuhan.

Fase ketiga adalah pembimbingan investigasi individual dan kelompok. Peserta didik melakukan penyelidikan mandiri maupun kolaboratif melalui diskusi, kajian literatur, dan eksperimen virtual dengan *PhET Simulations*. Di tahap ini, mereka mengumpulkan data, menganalisis hasil, dan merumuskan hipotesis untuk menyusun solusi. Guru berperan sebagai fasilitator, memastikan kegiatan investigasi berjalan sesuai tujuan pembelajaran. Fase keempat adalah pengembangan dan presentasi hasil karya, yang memberikan ruang bagi peserta didik untuk memaparkan proses dan hasil pemecahan masalah, sekaligus mendapatkan umpan balik dari kelompok lain. Fase terakhir adalah analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah, yang dilakukan melalui refleksi bersama antara guru dan peserta didik. Pada fase ini, mereka menilai kualitas solusi, argumen, dan pemikiran kritis yang telah digunakan.

Penggunaan *PhET Simulations* pada tahapan ini memudahkan peserta didik untuk mengamati fenomena fisika secara langsung dan interaktif, khususnya mengenai tekanan, massa jenis, dan gaya apung. Melalui simulasi ini, peserta didik dapat lebih mudah mengajukan pertanyaan, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh. Penerapan model PBL berbantuan *PhET Simulations* ini

tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan bermakna.

Lingkungan belajar yang menantang dan kolaboratif memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, seperti menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan. Mereka mampu mengaitkan materi secara teoritis dengan permasalahan nyata, dan merumuskan solusi logis berbasis bukti. Selain itu, keberadaan LKPD yang disusun secara sistematis sesuai tahapan PBL turut meningkatkan efektivitas pembelajaran. LKPD memandu peserta didik dalam merancang langkah-langkah penyelidikan, mencatat hasil eksperimen, dan menarik kesimpulan, sehingga mereka menjadi lebih antusias karena terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Secara empiris, hasil penelitian menunjukkan efektivitas model PBL berbantuan *PhET Simulations*. Berdasarkan Tabel 4.1, instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Seluruh butir soal dinyatakan valid dengan nilai  $r$ -hitung  $>$   $r$ -tabel (0,361), dan reliabilitasnya tinggi (Alpha Cronbach = 0,872), menunjukkan instrumen layak digunakan untuk pengukuran yang konsisten.

Tabel 2 menunjukkan peningkatan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* di kedua kelas. Namun, peningkatan yang signifikan terjadi pada kelas eksperimen, dari 62,5 menjadi 81,5, sedangkan kelas kontrol hanya naik dari 48,5 menjadi 63,5. Gambar 1 mendukung data ini melalui visualisasi grafik yang menunjukkan peningkatan lebih signifikan pada kelas eksperimen. Uji normalitas (Tabel 3) menunjukkan data berdistribusi normal ( $Sig. > 0,05$ ), sedangkan uji homogenitas (Tabel 4.4 dan Tabel 4.5) menunjukkan varians data homogen ( $Sig. > 0,05$ ). Hal ini memungkinkan penggunaan uji- $t$  dua sampel independen. Hasil uji- $t$  pada Tabel 4.6 menunjukkan nilai  $Sig. = 0,001 < 0,05$ , yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol, menegaskan efektivitas model PBL berbantuan *PhET Simulations* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Analisis *N-Gain* (Tabel 7) menunjukkan peningkatan 0,4895 (kategori sedang) pada kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 0,1634 (kategori rendah). Data ini memperkuat kesimpulan bahwa model PBL berbantuan *PhET Simulations* secara signifikan meningkatkan hasil belajar. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model PBL berbantuan *PhET Simulations* efektif tidak hanya dalam membantu peserta didik memahami konsep fisika, tetapi juga dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui penyelidikan, diskusi, dan refleksi atas permasalahan nyata. Temuan ini sejalan dengan hasil

penelitian sebelumnya. Penelitian Suhirman dan Prayogi (2023) di Madrasah Aliyah Kota Mataram menunjukkan peningkatan signifikan keterampilan berpikir kritis melalui integrasi PBL dengan simulasi PhET. Linda (2024) di SMA Negeri 3 Majene juga menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep fluida statis dan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, Sujanem, Suwindra, dan Suswandi (2022) menemukan bahwa penggunaan e-modul fisika berbasis masalah dengan bantuan PhET efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Temuan-temuan tersebut mengonfirmasi bahwa penerapan model PBL berbantuan PhET Simulations dapat menciptakan proses pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam pemecahan masalah nyata.

### Kesimpulan

Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *PhET Simulations* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep fisika peserta didik, khususnya pada materi fluida statis. Model ini menekankan peran aktif peserta didik dalam memecahkan masalah kontekstual melalui tahapan orientasi, organisasi, penyelidikan, pengembangan hasil, dan evaluasi. Penggunaan *PhET Simulations* membantu memvisualisasikan konsep abstrak fisika sehingga lebih mudah dipahami, sementara LKPD yang disusun sesuai tahapan PBL memfasilitasi peserta didik dalam proses investigasi dan diskusi kelompok. Hasil analisis data menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai posttest kelas eksperimen, ditunjukkan oleh nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05, serta nilai *N-Gain* yang berada pada kategori sedang. Temuan ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya yang juga membuktikan bahwa integrasi PBL dengan simulasi interaktif secara konsisten meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dengan demikian, model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *PhET Simulations* tidak hanya memperkaya pemahaman konsep, tetapi juga mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui pembelajaran yang kontekstual, kolaboratif, dan menyenangkan.

### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penelitian ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing (Bapak Dr. Syahrial A, S.Pd, M.Si dan Bapak I Wayan Gunada S.Si, M.Pd.) dan penguji (Bapak Dr. rer. nat. Kosim, M.Si) atas bimbingan, nasehat serta motivasi yang sudah diberikan selama proses penelitian ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada stakeholder di SMA Negeri 1 Gerung yang telah memfasilitasi dan membantu dalam studi lapangan. Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada

keluarga dan rekan-rekan yang selalu memberi semangat dan dukungan.

### Daftar Pustaka

- Abarang, N., & Delviany, D. (2022). Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl). *Jurnal Pendidikan dan Profesi Keguruan*, 1(2), 46. <https://doi.org/10.59562/progresif.v1i2.28570>
- Agustina, H., A, S., Susilawati, S., & Gunada, I. W. (2022). Pengaruh Penggunaan Modul Fisika Berbasis Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3), 1208–1218. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3.742>
- Ahyar, A., Sihkabuden, S., & Soepriyanto, Y. (2019). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Pada Mata Pelajaran Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan (PPKn). *JINOTEP (Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran) Kajian dan Riset dalam Teknologi Pembelajaran*, 5(2), 74–80. <https://doi.org/10.17977/um031v5i22019p074>.
- Akbar, J. S., Dharmayanti, P. A., Nurhidayah, V. A., Lubis, S. I. S., Saputra, R., Sandy, W., ... & Yuliasuti, C. (2023). Model & Metode Pembelajaran Inovatif: Teori Dan Panduan Praktis. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Aprilianti, I. P., Harjono, A., Nyoman, N., Putu, S., & Ardhuha, J. (2024). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. 8(1), 6–11. <https://proceeding.unnes.ac.id/snpsasca/article/view/594>
- Ayub, S., Rokhmat, J., Busyairi, A., & Tsuraya, D. (2023). Implementasi Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) Sebagai Upaya Menumbuhkan Jiwa Kewirausahaan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(1b), 1001–1006. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1b.1373>
- Darma, B. (2021). Statistika Penelitian Menggunakan SPSS (Uji Validitas, Uji Reabilitas, Regresi Linier Sederhan, Regresi Linier Berganda, Uji T, Uji F, R2. Jawa Barat: Guepedia.
- Dewi, Y. K. S., Handoyo, B., & Purwanto, P. (2021). Model problem based learning dengan geospatial information: Implementasi dalam pembelajaran Geografi dengan untuk kemampuan spatial thinking. *Jurnal Integrasi Dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(3), 388–398. <https://doi.org/10.17977/um063v1i3p388-398>

- Dwi Ariyanti, M. R., . R., & Asri Untari, M. F. (2019). Keefektifan Model Problem Based Learning (Pbl) Dengan Media Dakota Terhadap Hasil Belajar Materi Fpb Dan Kpk. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 2(1), 73–82. <https://doi.org/10.23887/jlls.v2i1.17323>
- Fathurohman, A., & Lutfi, H. M. (2022). Analisis Proses Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 10(2), 211–215. <https://doi.org/10.24252/jpf.v10i2.30733>
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Penerapan Metode Project Based Learning. *Journal of Education*, 3(1), 7. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v1i1.76>
- 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. *Kappa Journal*, 5(2), 166–173. <https://doi.org/10.29408/kpj.v5i2.3973>
- Habibah, S. M., & Hapsan, A. (Eds.). (2024). Model Problem Based Learning (Pbl) Dalam Pembelajaran Sejarah. CV. Ruang Tentor
- Khoirunnisa, P. H., & Malasari, P. N. (2021). Analisis kemampuan berpikir kritis matematis siswa ditinjau dari self confidence. *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)*, 7(1), 49–56. <https://doi.org/10.37058/jp3m.v7i1.2804>
- Masrinah, E. N., Aripin, I., & Gaffar, A. A. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA 1 Maja. *Pedagogi Biologi (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi)*, 01(01), 26–34.
- Mucharom, M. Z. (2022). Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Keaktifan Dan Berpikir Kritis Siswa dalam Karakter Kebangsaan di SPN Polda Jatim. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(1), 494–508. <https://doi.org/10.36312/jime.v8i1.2701>
- Murniati, M., Ayub, S., & Sahidu, H. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Coneccting, Organizing, Reflecting, Extending (CORE) Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(2), 116–121. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i2.1475>
- Pambudi, M. R., Handoyo, B., & Susilo, S. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Spasial (PBS) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Dalam Presperktif Gaya Berpikir Siswa. *Jurnal Pendidikan: Riset & Konseptual*, 5(2), 235–241.
- Permana, R. A., & Ikasari, D. (2023). Uji Normalitas Data Menggunakan Metode Empirical Distribution Function Dengan Memanfaatkan Matlab Dan Minitab 19. *Semnas Ristek (Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi)*, 7(1), 7–12. <https://doi.org/10.30998/semnasristek.v7i1.6238>
- Perangin-Angin, A. (2020). Perbedaan hasil belajar siswa yang di ajar dengan model Pembelajaran elaborasi dengan model pembelajaran konvensional. *Jurnal Penelitian Fisikawan*, 3(1), 43–50.
- Purnawanto, A. T. (2023). Pembelajaran berdiferensiasi. *Jurnal Pedagogy*, 16(1), 34–54.
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099–2104. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082>
- Rahmana, L. H. A., Zuhdi, M., & Sutrio, S. (2022). Pengaruh Pembelajaran STEM Berbasis Masalah Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 8(SpecialIssue), 38–42. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8ispecialissue.3520>
- ohmawati, L., Wulandari, R., & Wulandari, F. E. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terintegrasi Media Simulasi Phet Terhadap Materi Pesawat Sederhana The Effect of Problem-Based Learning Integrated with PhET Simulation Media toward Students ' Critical Thinking Skills on the topic Simple Machi. 14(1), 1–15.
- Saputra, H. D., Purwanto, W., Setiawan, D., Fernandez, D., & Putra, R. (2022). Hasil Belajar Mahasiswa: Analisis Butir Soal Tes. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 20(1), 15–27. <https://doi.org/10.31571/edukasi.v20i1.3432>
- Soima, I. Y., Surur, M., & Puspitasari, Y. (2021). Penerapan Pbl (Problem Based Learning) Berbantuan Media Video Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik Kelas X Di Ma Sarji Ar-Rasyid. *Visipena*, 12(1), 139–155. <https://doi.org/10.46244/visipena.v12i1.1459>
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). N-Gain Vs Stacking.
- Triandini, W., Kosim, K., & Gunada, I. W. (2021). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Guided Inquiry Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 90. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.3953>

Wijayanti, R., & Siswanto, J. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sumber-sumber Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1),109-113.  
<https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i1.5533>