

INOVASI PEMBELAJARAN FISIKA: INTEGRASI PROBLEM BASED LEARNING DAN SIMULASI PHET PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Flavianus Abrinus Weka Ledjab¹, Karolina Koli², Maria Vidolina Fatima Tahu³, Egidius Dewa^{4*}

¹ SMA Negeri 2 Kupang, Indonesia

² SMA Negeri 5 Kupang, Indonesia

³ SMP Negeri 3 Kupang, Indonesia

⁴ Universitas Katolik Widya Mandira, Indonesia

Correspondence e-mail: egidiusdewa@unwira.ac.id^{4*}

Article History

Accepted: June 21st 2024
Approved: July 04th 2024
Published: July 15th 2024

DOI:

[10.30822/magneton.v2i2.3519](https://doi.org/10.30822/magneton.v2i2.3519)

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar fisika siswa khususnya pada materi gelombang bunyi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan simulasi *PhET* dalam meningkatkan hasil belajar fisika siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu dengan sampel sebanyak 28 siswa kelas XI IPA 2 di SMA Negeri 2 Kupang. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah penerapan model pembelajaran PBL dengan simulasi *PhET* terjadi peningkatan hasil belajar siswa yang signifikan. Dari hasil tes kognitif sebelum perlakuan (*pre-test*), tidak ada siswa yang mencapai tingkat persentase rata-rata nilai $\geq 75\%$, dengan nilai rata-rata 19. Setelah perlakuan (*post-test*), 25 dari 28 siswa dinyatakan tuntas dengan tingkat persentase rata-rata nilai 95 atau $\geq 75\%$. Pada tahap observasi dan pengamatan kemampuan afektif, 25 siswa mencapai tingkat persentase rata-rata $\geq 75\%$, dan 3 siswa masih di bawah 75%. Pada pengamatan lanjutan pada spek psikomotorik, 26 siswa mencapai tingkat persentase rata-rata $\geq 75\%$, dan 2 siswa masih di bawah 75%. Penerapan model PBL berbantuan simulasi *PhET* efektif dalam meningkatkan hasil belajar fisika siswa pada materi gelombang bunyi.

Kata Kunci: *Problem based learning*; simulasi *PhET*; hasil belajar fisika; gelombang bunyi

ABSTRACT

This research is motivated by the low learning outcomes of physics students, especially on sound waves material. The purpose of this research is to evaluate the effectiveness of Problem Based Learning (PBL) learning model assisted by PhET simulation in improving students' physics learning outcomes. The research method used was a pseudo experiment with a sample of 28 students of class XI IPA 2 at SMA Negeri 2 Kupang. The data obtained were analyzed by quantitative descriptive method. The results showed that after the application of PBL learning model with PhET simulation there was a significant increase in student learning outcomes. From the results of cognitive tests before treatment (*pre-test*), there were no students who reached the average percentage level of scores $\geq 75\%$, with an average score of 19. After the treatment (*post-test*), 25 out of 28 students were declared complete with an average percentage level of 95 or $\geq 75\%$. At the stage of observation and observation of affective



abilities, 25 students reached an average percentage level $\geq 75\%$, and 3 students were still below 75%. In the follow-up observation on the psychomotor spec, 26 students reached an average percentage level $\geq 75\%$, and 2 students were still below 75%. The application of PBL model assisted by PhET simulation is effective in improving students' physics learning outcomes on sound wave material.

Keywords: Problem based learning; PhET simulation; physics learning outcomes; sound waves.

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia merupakan pilar utama dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang berperan penting dalam pembangunan negara. Sistem pendidikan di Indonesia terus berkembang dengan mengadopsi berbagai pendekatan dan metode pembelajaran untuk mencapai tujuan tersebut. Secara garis besar, pendidikan di Indonesia meliputi jenjang pendidikan dasar, menengah, dan tinggi. Di setiap jenjang tersebut, kurikulum dirancang untuk mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap peserta didik untuk menghadapi tantangan global. Namun, masih terdapat tantangan besar dalam pelaksanaan pendidikan, terutama dalam bidang sains seperti fisika. Meskipun kurikulum fisika telah disusun untuk mengembangkan kemampuan analisis dan pemahaman konseptual, namun hasil belajar peserta didik masih menunjukkan kesenjangan yang signifikan (Hidayatullah et al., 2021). Salah satu penyebab utamanya adalah kurangnya penggunaan model pembelajaran yang inovatif dan teknologi dalam pembelajaran yang efektif.

Rendahnya hasil belajar fisika tidak hanya menjadi masalah di tingkat nasional, tetapi juga di daerah, termasuk di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Secara nasional, hasil survei Programme for International Student Assessment (PISA) menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia dalam bidang sains, termasuk fisika, berada di bawah rata-rata internasional (Rahma, 2022). Dalam laporan PISA 2018 (Hewi & Shaleh, 2020), Indonesia berada di peringkat 71 dari 79 negara dalam kompetensi sains, yang menunjukkan bahwa banyak siswa belum mencapai tingkat penguasaan yang memadai dalam mata pelajaran ini. Di tingkat daerah, khususnya di NTT, masalah ini bahkan lebih nyata lagi. Hasil AKM propinsi NTT menunjukkan penurunan dan berada jauh di bawah rata-rata nasional (Panis et al., 2024).

Beberapa faktor yang mempengaruhi rendahnya hasil belajar fisika di NTT antara lain kurangnya fasilitas pendidikan yang memadai, rendahnya kompetensi dan kualifikasi guru, serta terbatasnya akses terhadap sumber belajar yang berkualitas (Panis et al., 2024). Selain itu, faktor sosial dan ekonomi juga memegang peranan penting. Banyak siswa di NTT berasal dari keluarga dengan latar belakang ekonomi yang kurang mampu, sehingga mereka memiliki akses yang terbatas terhadap teknologi dan sumber daya pendidikan tambahan. Kurangnya motivasi belajar di kalangan siswa juga menjadi tantangan tersendiri. Kompetensi dan kualifikasi guru fisika di NTT juga masih perlu ditingkatkan. Data dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menunjukkan bahwa banyak guru di NTT yang belum memenuhi standar kompetensi yang disyaratkan. Pelatihan dan pengembangan profesi bagi guru masih kurang, sehingga mereka tidak mampu menerapkan metode pembelajaran yang inovatif dan efektif dalam mengajar fisika (Naen et al., 2024). Akses terhadap sumber daya pembelajaran yang berkualitas juga merupakan kendala utama, di mana buku pelajaran, modul pembelajaran, dan materi tambahan sering kali tidak tersedia atau tidak mencukupi. Selain itu, penggunaan teknologi pendidikan seperti komputer dan internet masih sangat terbatas di banyak sekolah di NTT, sehingga siswa tidak dapat memanfaatkan berbagai sumber belajar online yang dapat membantu mereka memahami materi fisika dengan lebih baik. Faktor sosial ekonomi juga memainkan peran yang cukup besar, di mana banyak siswa yang harus membantu orang tua mereka bekerja sehingga memiliki waktu dan tenaga yang terbatas untuk belajar, serta lingkungan belajar yang kurang kondusif di rumah juga mempengaruhi motivasi dan minat belajar mereka.

Berdasarkan identifikasi awal di SMA Negeri 2 Kupang ditemukan bahwa dalam pembelajaran peserta didik jarang diberikan pengajaran dengan menggunakan model pembelajaran yang inovatif dan juga kurangnya penggunaan media teknologi dalam pembelajaran, baik teknologi untuk mengukur penilaian maupun teknologi yang menunjang pembelajaran. Kondisi tersebut juga dilatar belakangi oleh rendahnya motivasi dan minat belajar peserta didik, faktor lingkungan sosial dan keluarga yang belum mendukung, serta motivasi dan minat guru yang kurang untuk mengembangkan media pembelajaran yang menarik perhatian peserta didik. Fakta ini diperkuat oleh literatur yang menyebutkan bahwa penggunaan model pembelajaran tradisional seringkali tidak mampu menghadirkan pengalaman belajar yang mendalam bagi peserta didik (Slameto, 2013). Teori-teori yang telah ada juga belum sepenuhnya mampu menjawab tantangan dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika di kalangan siswa (Mundilarto, 2010).

Strategi pembelajaran dalam pelajaran fisika di kelas telah mengalami perkembangan signifikan, dari model pembelajaran konvensional menuju pendekatan yang lebih interaktif dan berbasis konstruktivistik. Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) telah menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di berbagai tingkat pendidikan (Ibrahim & Nur, 2011). PBL menekankan pada pembelajaran melalui pemecahan masalah, di mana peserta didik didorong untuk aktif dalam mencari solusi atas masalah yang dihadapi, sehingga memungkinkan mereka untuk memahami konsep secara lebih mendalam (Jauhari, 2017). Dalam konteks ini, model PBL dianggap sebagai pendekatan yang dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dan mendalam, sesuai dengan kebutuhan zaman yang semakin mengedepankan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Saputra et al., 2020).

Simulasi *PhET* merupakan salah satu inovasi dalam teknologi pembelajaran fisika yang menawarkan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan. Simulasi ini dikembangkan oleh University of Colorado Boulder dan telah digunakan secara luas di seluruh dunia untuk mendukung pembelajaran konsep-konsep fisika dengan visualisasi yang mendetail dan interaktif. Penggunaan simulasi *PhET* telah terbukti efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep fisika yang abstrak melalui eksplorasi langsung dan percobaan virtual (Liana et al., 2023); (Rahmadita et al., 2021) & (Rahma, 2022).

Landasan teoretis dari penelitian ini didukung oleh konsep konstruktivisme dalam pembelajaran, yang menekankan bahwa peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri melalui interaksi aktif dengan lingkungan pembelajaran. Dalam konteks ini, PBL sebagai model yang berpusat pada peserta didik dan simulasi *PhET* sebagai media pembelajaran yang menarik diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan mendalam bagi peserta didik (Yanti et al., 2019).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa integrasi antara model PBL dan simulasi *PhET* dapat meningkatkan pemahaman konsep dan minat belajar peserta didik dalam berbagai konteks pembelajaran fisika (Sumiasyih, 2022); (Jauhari, 2017). Hasil-hasil penelitian tersebut memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan eksplorasi terhadap efektivitas kombinasi kedua pendekatan ini, khususnya dalam konteks materi gelombang bunyi di sekolah menengah atas. Namun demikian, masih terdapat ruang untuk penelitian lebih lanjut mengenai implementasi dan hasil yang dihasilkan dari penggunaan model PBL dengan dukungan simulasi *PhET*, terutama dalam konteks pembelajaran fisika di sekolah menengah atas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan hasil belajar kognitif, sikap, dan keterampilan peserta didik setelah menerapkan model PBL dengan berbantuan simulasi *PhET* pada materi gelombang bunyi. Model PBL dipilih karena mampu mendorong peserta didik untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam melalui eksplorasi dan penyelesaian masalah nyata, sesuai dengan pendekatan konstruktivistik dalam pembelajaran. Simulasi *PhET* dipilih sebagai media pendukung karena kemampuannya dalam mengilustrasikan konsep fisika secara visual dan interaktif, yang diharapkan dapat membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih baik.

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengeksplorasi sejauh mana efektivitas model PBL dengan berbantuan simulasi *PhET* dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika, mengatasi

kendala-kendala yang ada dalam pembelajaran tradisional, serta menumbuhkan minat dan motivasi belajar peserta didik. Dengan berlandaskan pada fakta-fakta yang disajikan dan tujuan yang ingin dicapai, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan pendidikan fisika di tingkat sekolah menengah atas.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain penelitian studi kasus. Studi dilakukan di kelas XI IPA 2 SMAN 2 Kupang yang berjumlah 28 orang sebagai subjek penelitian. Pemilihan model PBL didasarkan pada karakteristik kompleksitas konsep gelombang bunyi yang memerlukan pemahaman mendalam dan penerapan konsep dalam konteks nyata. Simulasi PhET dipilih sebagai media pembelajaran karena kemampuannya dalam mengilustrasikan fenomena fisika dengan visualisasi yang interaktif dan mendetail.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar observasi, tes kognitif dan angket untuk mengumpulkan data mengenai proses pembelajaran, hasil belajar dan respons peserta didik terhadap penggunaan model PBL dengan simulasi *PhET*. Observasi dilakukan untuk memantau interaksi antara peserta didik dan guru selama proses pembelajaran berlangsung, sedangkan tes digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif peserta didik terkait pembelajaran dengan model PBL berbantuan simulasi *PhET*. Angket digunakan untuk mengumpulkan data mengenai refleksi peserta didik terhadap pembelajaran dengan menggunakan model PBL dan simulasi *PhET*.

Proses implementasi dimulai dengan tahap persiapan, di mana guru fisika bersama peneliti merancang skenario pembelajaran PBL yang memanfaatkan simulasi *PhET*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembelajaran adalah dengan menerapkan model PBL dengan sintak: Orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil, dan menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah serta disertai dengan media pembelajaran berbasis teknologi *PhET simulation* dengan memfokuskan peserta didik dalam pembelajaran membuktikan perbedaan cepat rambat bunyi di berbagai medium khususnya pada medium zat cair dan udara, di mana peserta didik bekerja dalam kelompok untuk pengerjaan LKPD menggunakan media *PhET Simulation*.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan pendekatan analisis kualitatif, yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan mengelompokkan, memilah, dan mengatur data yang relevan sesuai dengan tujuan penelitian. Data kemudian disajikan dalam bentuk naratif dan tematis untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai hasil penelitian (Sugiyono, 2007). Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan analisis terhadap data yang telah terkumpul, dengan mengaitkan temuan penelitian dengan teori-teori yang relevan dalam pembelajaran fisika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dengan tujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan model pembelajaran problem based learning dengan berbantuan simulasi PhET pada materi gelombang bunyi di kelas XI IPA 2 SMAN 2 kupang telah dilakukan. Evaluasi yang dilakukan berupa 1). penilaian afektif menggunakan lembar observasi berupa pemberian poin terhadap setiap aspek yang diamati dari peserta didik dan dilakukan pada saat proses pembelajaran terutama pada kegiatan inti pada PBL dengan Simulasi *PhET*; 2). Penilaian psikomotor yang dilakukan menggunakan lembar observasi berupa pemberian poin terhadap setiap aspek yang diamati dari peserta didik dan dilakukan pada saat proses pembelajaran terutama pada kegiatan inti pada PBL dengan Simulasi *PhET*; 3). Penilaian kognitif yang dilakukan dengan pemberian post test pada akhir pembelajaran setelah PBL dengan Simulasi *PhET*. Hasil evaluasi yang dilakukan ditampilkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif Data Hasil Belajar

Data Deskriptif	Aspek Afektif	Aspek Psikomotor	Aspek Kognitif
Rata-rata (mean)	0,89	0,89	0,95
Simpangan baku (std)	0,13	0,16	0,15
Nilai minimum	0,50	0,50	0,33
Kuartil pertama (25%)	0,83	0,75	1,00
Median (50%)	1,00	1,00	1,00
Kuartil ketiga (75%)	1,00	1,00	1,00
Nilai maksimum	1,00	1,00	1,00

Tabel 2. Data Ketuntasan Hasil Belajar

No Urut Responden	Afektif	Kriteria	Psikomotor	Kriteria	Kognitif	Kriteria
1	0,83	Tuntas	1,00	Tuntas	0,67	Tidak Tuntas
2	0,67	Tidak Tuntas	0,50	Tidak Tuntas	0,67	Tidak Tuntas
3	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
4	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
5	0,67	Tidak Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
6	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
7	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
8	0,83	Tuntas	0,75	Tuntas	1,00	Tuntas
9	0,83	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
10	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
11	0,83	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
12	0,83	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
13	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
14	1,00	Tuntas	0,75	Tuntas	0,33	Tidak Tuntas
15	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
16	0,83	Tuntas	0,75	Tuntas	1,00	Tuntas
17	0,83	Tuntas	0,75	Tuntas	1,00	Tuntas
18	0,50	Tidak Tuntas	0,50	Tidak Tuntas	1,00	Tuntas
19	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
20	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
21	0,83	Tuntas	0,75	Tuntas	1,00	Tuntas
22	0,83	Tuntas	0,75	Tuntas	1,00	Tuntas
23	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
24	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
25	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
26	1,00	Tuntas	0,75	Tuntas	1,00	Tuntas
27	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas	1,00	Tuntas
28	0,83	Tuntas	0,75	Tuntas	1,00	Tuntas

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa nilai rata-rata untuk aspek afektif, psikomotorik dan kognitif masing-masing adalah 0,89; 0,89 dan 0,95 yang mengindikasikan bahwa responden cenderung mendapat nilai tinggi pada ketiga aspek tersebut dengan kinerja terbaik pada aspek kognitif. Standar deviasi yang relatif kecil yaitu 0,13 untuk afektif, 0,16 untuk psikomotorik dan 0,15 untuk kognitif mengindikasikan bahwa variasi nilai di sekitar nilai rata-rata cukup rendah. Nilai minimum untuk aspek afektif dan psikomotorik adalah 0,50 dan untuk aspek kognitif adalah 0,33 yang mengindikasikan adanya responden dengan nilai yang rendah pada ketiga aspek tersebut, terutama pada aspek kognitif. Kuartil pertama (25%) menunjukkan bahwa 25% skor afektif di bawah 0,83 skor psikomotorik di bawah 0,75 dan skor kognitif di bawah 1,00 yang mengindikasikan bahwa sebagian besar skor kognitif sangat tinggi. Nilai tengah (50%) untuk ketiga aspek adalah 1,00 yang menunjukkan bahwa separuh dari responden memiliki nilai 1,00 atau lebih rendah yang memperkuat tingginya kinerja responden secara keseluruhan. Kuartil ketiga (75%) untuk semua aspek juga 1,00 yang menunjukkan bahwa 75% dari nilai responden pada aspek afektif, psikomotorik dan kognitif di bawah atau sama dengan 1,00. Nilai maksimum untuk ketiga aspek adalah 1,00 yang

menunjukkan bahwa beberapa responden mencapai nilai maksimum untuk aspek afektif, psikomotorik dan kognitif. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa responden menunjukkan kinerja yang sangat baik pada ketiga aspek yang dinilai dengan variasi yang sangat kecil di antara para responden.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa hasil observasi dan pengamatan sikap afektif terhadap 28 peserta didik, terdapat 25 peserta didik yang dinyatakan tuntas dengan tingkat persentase rata-rata $\geq 75\%$, sedangkan 3 peserta didik dengan tingkat persentase rata-rata $\leq 75\%$. Dari hasil observasi dan pengamatan aspek psikomotor terhadap 28 peserta didik, terdapat 26 peserta didik yang dinyatakan tuntas dengan tingkat persentase rata-rata $\geq 75\%$, sedangkan 2 peserta didik dengan tingkat persentase rata-rata $\leq 75\%$. Sedangkan setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dan diberikan perlakuan posttest dari 28 peserta didik untuk mengetahui hasil belajar kognitif, sebanyak 25 peserta didik mengalami perkembangan dan dikatakan tuntas dengan tingkat persentase rata-rata nilai yang diperoleh 95 atau $\geq 75\%$

Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada hasil belajar siswa, membuktikan bahwa model *Problem-Based Learning* (PBL) efektif dalam mengatasi tantangan pembelajaran konvensional yang seringkali kurang optimal. Model PBL mendorong siswa untuk lebih aktif, berpikir kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah, sejalan dengan temuan (Yuanata et al., 2023); (Rahmadita et al., 2021) yang menyatakan bahwa PBL meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman yang mendalam. Respon positif terhadap simulasi PhET menegaskan bahwa teknologi dapat menjadi alat bantu yang berguna dalam pembelajaran fisika yang interaktif dan menyenangkan. Simulasi *PhET*, yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder, telah diketahui secara efektif membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep fisika yang abstrak meningkatkan motivasi siswa untuk belajar dengan cara yang lebih aktif dan terlibat (Saputra et al., 2020); (Liana et al., 2023).

Penggunaan simulasi *PhET* tidak hanya memfasilitasi visualisasi konsep fisika yang abstrak, tetapi juga meningkatkan motivasi belajar siswa, yang berdampak pada hasil belajar yang lebih baik. (Yanti et al., 2019) menemukan bahwa simulasi interaktif seperti *PhET* meningkatkan keterlibatan siswa dan membantu pemahaman yang lebih baik terhadap konsep-konsep ilmiah. Namun, implementasi PBL dengan simulasi *PhET* menghadapi tantangan seperti keterbatasan akses terhadap teknologi. (Abdjul & Ntobuo, 2018) menunjukkan bahwa ketersediaan dan aksesibilitas teknologi merupakan faktor penting dalam efektivitas pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, waktu yang terbatas untuk menyelesaikan tahapan-tahapan dalam PBL juga menjadi tantangan tersendiri. PBL membutuhkan perencanaan yang matang dan waktu yang cukup untuk setiap tahapan, mulai dari pengenalan masalah hingga presentasi solusi. (Aini et al., 2021) mencatat bahwa salah satu kelemahan utama dari PBL adalah membutuhkan lebih banyak waktu daripada metode konvensional.

Model PBL yang didukung oleh simulasi PhET menekankan pentingnya pemecahan masalah, kolaborasi, dan aplikasi praktis dari konsep yang dipelajari, berbeda dengan pendekatan konvensional yang berfokus pada hafalan dan transfer pengetahuan secara pasif (Maulidah & Prima, 2018). Penggunaan teknologi dalam pembelajaran, seperti simulasi *PhET*, memperkuat argumen untuk integrasi teknologi yang lebih besar dalam pendidikan. Simulasi *PhET* memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen yang tidak praktis atau berbahaya di laboratorium fisika, sehingga mendapatkan pemahaman yang lebih dalam dan lebih kontekstual tentang konsep fisika (Imaniah et al., 2023). Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa model PBL dan simulasi *PhET* dapat secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model *Problem-Based Learning* (PBL) yang didukung oleh simulasi *PhET* secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa. Data analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan nilai pada dimensi afektif, psikomotorik, dan kognitif siswa. Temuan ini menguatkan bahwa PBL tidak hanya efektif dalam mendorong siswa untuk lebih aktif dan terlibat dalam proses pembelajaran, tetapi juga meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Selain itu, penggunaan simulasi *PhET* terbukti dapat membantu siswa

memvisualisasikan konsep-konsep fisika yang abstrak, meningkatkan motivasi belajar, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdjul, T., & Ntobuo, N. (2018). Developing Device of Learning Based on Virtual Laboratory through Phet Simulation for Physics Lesson with Sound Material. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 39(2), 105–115.
- Aini, D., Latifah, S., & Hamid, A. (2021). Problem Based Learning (PBL) Model: Its Effect in Improving Students' Critical Thinking Skill. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 183–190. <https://doi.org/10.24042/ijisme.v4i2.8660>
- Hewi, L., & Shaleh, M. (2020). *Refleksi Hasil PISA (The Programme For International Student Assesment): Upaya Perbaikan Bertumpu Pada Pendidikan Anak Usia Dini*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:238978573>
- Hidayatullah, Z., Wilujeng, I., Nurhasanah, N., Gusemanto, T. G., & Makhrus, M. (2021). Synthesis of the 21st Century Skills (4C) Based Physics Education Research In Indonesia. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 88. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1889>
- Ibrahim, M., & Nur, M. (2011). *Pembelajaran Berdasarkan Masalah*. University Press.
- Imaniah, E., Susilawati, S., Sutrio, S., & Kosim, K. (2023). Effect of the PhET Assisted Problem Based Learning Model on Student Learning Outcomes in Wave Material. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4731–4737. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3836>
- Jauhari. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media PheT Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMAN 1 Gunungsari Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 2 (1) 7-12.
- Liana, L., Kosim, K., Taufik, M., & Hikmawati, H. (2023). The Effect of Problem-Based Learning Model Assisted by PhET Simulations on Students' Physics Problem-Solving Abilities. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 9(2), 262–267. <https://doi.org/10.29303/jpft.v9i2.5285>
- Maulidah, S. S., & Prima, E. C. (2018). Using Physics Education Technology as Virtual Laboratory in Learning Waves and Sounds. *Journal of Science Learning*, 1(3), 116. <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i3.11797>
- Mundilarto. (2010). *Penilaian Hasil Belajar Fisika*. P2IS UNY.
- Naen, A. B., Maing, C. M. M., Ki'i, O. A., Mukin, M. U. J., & Dewa, E. (2024). Penguatan Kompetensi Guru Fisika Dalam Penyusunan Perangkat Pembelajaran Inovatif Melalui Program PPG Di LPTK Unwira. *Berbakti : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 84–93. <https://doi.org/10.30822/berbakti.v2i1.3366>
- Panis, I. C., Dewa, E., & Ki'i, O. A. (2024). Pelatihan Penguatan Kemampuan Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) Kelas Di SMPK Rosa Mystica. *Berbakti: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(3), 304–311.

- Panis, I. C., Dewa, E., Ki'i, O. A., Sartika, O. D., & Inguliman, G. P. (2024). Pelatihan Praktikum Fisika Topik Listrik Dinamis Bagi Peserta Didik SMPK Rosa Mystica Kupang. *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, 5(2), 326–340.
- Rahma, A. A. (2022). Penerapan Model Group Investigation (GI) Berbantuan Simulasi Virtual PhET terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(3), 2547–2555.
- Rahmadita, N., Mubarok, H., & Prahani, B. K. (2021). Profile of Problem-based Learning (PBL) Model Assisted by PhET to Improve Critical Thinking Skills of High School Students in Dynamic Electrical Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(4), 617–624. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.799>
- Saputra, S., Jumadi, & Wilujeng, I. (2020). Physics Based Learning Effectiveness PhET Simulation Model Using Problem Based Learning (PBL) For Self-Independent Learning On Material And Energy Enterprises Learners MAN 3 Sleman. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 032097. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032097>
- Slameto. (2013). *Belajar Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*. Rineka Cipta.
- Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Sumiasyih. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis PBL Berbantuan PhET Simulation untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA pada Materi Getaran dan Gelombang di MTs Negeri 1 Bantul. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 7(2), 135–142. <https://doi.org/10.14421/jpm.2022.72.04>
- Yanti, F., Daud, M., & Zahara, S. R. (2019). Penerapan Problem Based Learning Melalui Simulasi Phet Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Energi Mekanik Di Sma. *RELATIVITAS: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(1), 33–39.
- Yuanata, B. E., Dwikoranto, D., & Setiani, R. (2023). Profile of the PhET Assisted Problem-Based Learning Model for Improving Critical Thinking Skills of High School Students. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 11(3), 870. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i3.8415>