

Penerapan Model *Problem Based Learning* Berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Gerak Parabola

Nur Windasari^{1*}, Annisa Febriana Sukma², Bambang Supriadi³, Era Dwi Nurvita⁴

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember, Indonesia

⁴SMA Negeri Ambulu Jember, Indonesia

e-mail: nwindasari33@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan simulasi PhET dalam meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa pada materi gerak parabola. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pre-experiment tipe One Shot Case Study yang melibatkan 36 siswa kelas XI Sains 5 SMAN Ambulu Jember. Pembelajaran dilaksanakan melalui sintaks PBL yang terintegrasi dengan simulasi PhET Projectile Motion dalam kegiatan LKPD. Data hasil belajar diperoleh dari nilai akhir LKPD, sedangkan motivasi belajar diukur melalui lembar observasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa memperoleh nilai rata-rata sebesar 93,56 dengan 97,2% siswa mencapai ketuntasan belajar (≥ 68), yang termasuk dalam kategori sangat baik. Sebanyak 35 dari 36 siswa berada pada kategori nilai 81-100, sedangkan hanya 1 siswa (2,8%) belum mencapai ketuntasan. Motivasi belajar juga meningkat pada seluruh indikator, terutama pada aspek perhatian, relevansi, dan kepercayaan diri selama penggunaan simulasi PhET. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan PBL berbantuan simulasi PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan siswa pada materi gerak parabola.

Kata kunci— *Problem Based Learning, PhET, Gerak Parabola, Hasil Belajar, Motivasi Belajar.*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan berperan penting dalam membentuk sumber daya manusia yang unggul, kreatif, dan berkarakter. Namun, praktik pembelajaran di sekolah, khususnya pada mata pelajaran fisika, masih sering didominasi oleh pendekatan yang berorientasi hafalan rumus dan penyelesaian soal rutin. Pola ini menyebabkan siswa kurang terlatih dalam membangun pemahaman konseptual dan berpikir kritis terhadap fenomena fisika yang bersifat dinamis dan kontekstual. Akibatnya, banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi fisika yang abstrak, terutama topik yang melibatkan hubungan antarvariabel, seperti gerak parabola.

Kesulitan konseptual tersebut sering kali diperparah oleh rendahnya motivasi belajar siswa. Penelitian Agusmin *et al.* (2018), menunjukkan bahwa skor rata-rata motivasi belajar fisika siswa sebelum diterapkan pembelajaran aktif hanya sebesar 44,15, yang tergolong rendah, kemudian meningkat menjadi 65,15 setelah diterapkan pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan simulasi PhET. Data ini menunjukkan bahwa kondisi awal motivasi belajar siswa cenderung belum optimal ketika pembelajaran masih bersifat konvensional. Selain itu, Puspitasari *et al.* (2024), juga menemukan bahwa penggunaan media PhET Simulation berpengaruh positif terhadap motivasi dan hasil belajar fisika siswa SMK, yang mengindikasikan bahwa media interaktif mampu meningkatkan keterlibatan dan minat siswa dalam pembelajaran.

Pada materi gerak parabola, kesulitan belajar siswa menjadi lebih nyata karena topik ini menuntut pemahaman simultan terhadap konsep kecepatan awal, sudut elevasi, waktu tempuh, dan lintasan dua dimensi. Tanpa bantuan visualisasi yang memadai, siswa cenderung hanya menghafal persamaan matematika tanpa memahami makna fisis di baliknya. Oleh karena itu, pembelajaran fisika membutuhkan media yang mampu menampilkan fenomena abstrak secara visual dan memungkinkan siswa melakukan eksplorasi langsung.

Salah satu media yang banyak digunakan untuk tujuan tersebut adalah PhET Interactive Simulations. PhET merupakan simulasi berbasis komputer yang memungkinkan siswa memanipulasi variabel fisika dan mengamati hasilnya secara real time. Aina dan Hariyono (2024), melaporkan bahwa penggunaan PhET dalam

pembelajaran fisika mampu meningkatkan literasi sains siswa dengan nilai N-Gain sebesar 0,718 (kategori tinggi), yang menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual yang signifikan dibandingkan pembelajaran tanpa simulasi. Hasil ini sejalan dengan temuan Puspitasari *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa PhET tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga memotivasi siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran fisika.

Agar pemanfaatan PhET lebih optimal, diperlukan integrasi dengan model pembelajaran yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah. Salah satu model yang sesuai adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model ini menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran sehingga siswa terdorong untuk menganalisis, mencari informasi, dan menemukan solusi berdasarkan konsep ilmiah. Penelitian Pratiwi *et al.* (2024), menunjukkan bahwa penerapan PBL berbantuan PhET Simulation meningkatkan skor rata-rata hasil belajar siswa dari 11,33 pada *pre-test* menjadi 75,61 pada *post-test*, dengan kategori peningkatan tinggi berdasarkan nilai N-Gain. Temuan ini memperkuat bahwa kombinasi PBL dan PhET mampu meningkatkan pemahaman konseptual secara signifikan.

Hasil serupa juga ditemukan oleh Ulumiyah *et al.* (2022), yang melaporkan bahwa penerapan PBL disertai PhET Simulation pada materi elastisitas dan Hukum Hooke menghasilkan lebih dari 75% siswa mencapai KKM, menunjukkan efektivitas pendekatan ini dalam meningkatkan hasil belajar. Selain itu, Situmorang dan Motlan (2025) membuktikan bahwa model PBL berbantuan PhET secara signifikan lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi suhu dan kalor.

Berdasarkan berbagai temuan empiris tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi *Problem Based Learning* dan simulasi PhET memiliki potensi besar untuk mengatasi kesulitan konseptual dan rendahnya motivasi belajar siswa dalam pembelajaran fisika. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan PBL berbantuan PhET Simulation pada materi gerak parabola di SMAN Ambulu Jember agar dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa, sekaligus memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi pembelajaran fisika yang inovatif dan berbasis bukti empiris.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pre-eksperimen. Desain penelitian yang diterapkan adalah *One Shot Case Study*, yaitu desain yang hanya melibatkan satu kelompok eksperimen tanpa adanya *pretest* maupun kelompok pembanding (Fitriyani, 2020). Pada desain ini, siswa terlebih dahulu diberi perlakuan berupa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan simulasi PhET, kemudian dilakukan pengukuran hasil belajar melalui nilai akhir LKPD. Desain penelitian ini digambarkan sebagai $X \rightarrow O$, di mana X merupakan perlakuan berupa pembelajaran PBL berbantuan PhET dan O merupakan hasil belajar siswa yang diperoleh dari nilai LKPD pada materi gerak parabola. Model desainnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Model *pre-eksperimen design* bentuk *The One Shot Study*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	-	X	T

Keterangan:

X : Perlakuan dan tes di lakukan bersamaan dengan menggunakan media Kahoot

T : Tes (*posttest*)

Penelitian dilaksanakan di SMAN Ambulu Jember pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, dengan subjek penelitian yaitu siswa kelas XI Sains 5. Jumlah keseluruhan peserta didik pada kelas tersebut 36 siswa. Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik total sampling, karena seluruh siswa pada kelas tersebut terlibat dalam penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan simulasi PhET dan memiliki karakteristik yang sama sebagai kelompok sasaran pembelajaran pada materi gerak parabola.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Problem Based Learning* yang terintegrasi dengan simulasi PhET *Projectile Motion*. LKPD dirancang untuk mengukur pemahaman konsep gerak parabola melalui aktivitas pemecahan masalah, eksplorasi data, dan analisis hubungan antarvariabel fisis. LKPD memuat indikator kemampuan meliputi kemampuan menentukan pengaruh sudut elevasi dan kecepatan awal terhadap jarak jangkau, tinggi maksimum, dan waktu tempuh, serta

kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan data hasil simulasi. Skor hasil belajar diperoleh dari rubik penilaian LKPD dengan rentang nilai 0-100 yang menggambarkan tingkat penguasaan konsep siswa.

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen LKPD terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya. Uji validitas instrumen dilakukan menggunakan validitas isi (content validity) melalui teknik expert judgment. Validator menilai kesesuaian aspek isi, konstruksi, dan bahasa LKPD. Hasil penilaian validitas dikonversikan ke dalam kriteria validitas instrumen sebagaimana disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2 Kategori Validitas Instrumen LKPD (Arikuonto, 2013)

Rentang Skor (%)	Kategori Validitas	Keterangan
81 – 100	Sangat Valid	Instrumen sangat layak digunakan tanpa revisi
61 – 80	Valid	Instrumen layak digunakan dengan revisi kecil
41 – 60	Cukup Valid	Instrumen dapat digunakan dengan revisi
21 – 40	Kurang Valid	Instrumen kurang layak dan perlu revisi besar
0 – 20	Tidak Valid	Instrumen tidak layak digunakan

Uji reliabilitas instrumen LKPD dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi penilaian terhadap hasil kerja peserta didik. Reliabilitas dihitung menggunakan koefisien Cronbach's Alpha. Instrumen LKPD dinyatakan reliabel apabila memiliki nilai koefisien reliabilitas $\geq 0,70$. Kriteria reliabilitas instrumen disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 3 Kategori Reliabilitas Instrumen LKPD (Sugiyono, 2019)

Nilai Koefisien Reliabilitas (Cronbach's Alpha)	Kategori
$\alpha \geq 0,90$	Sangat Tinggi
$0,80 \leq \alpha < 0,90$	Tinggi
$0,70 \leq \alpha < 0,80$	Cukup
$0,60 \leq \alpha < 0,70$	Rendah
$\alpha < 0,60$	Sangat Rendah

Prosedur penelitian meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pengumpulan data. Pada tahap perencanaan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran, menyusun LKPD berbasis PBL, serta menentukan simulasi PhET yang sesuai dengan materi gerak parabola. Tahap pelaksanaan dilakukan dengan menerapkan pembelajaran Problem Based Learning sesuai dengan sintaks yang meliputi orientasi peserta didik pada masalah, pengorganisasian peserta didik, pembimbingan penyelidikan, penyajian hasil kerja, dan refleksi terhadap proses pemecahan masalah. Selama proses pembelajaran, peserta didik diarahkan untuk menggunakan simulasi PhET sebagai media eksplorasi konsep. Setelah kegiatan pembelajaran selesai, peneliti mengumpulkan nilai akhir LKPD sebagai data hasil belajar peserta didik.

Data hasil belajar peserta didik dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata hasil belajar untuk mengetahui capaian pemahaman konsep peserta didik secara umum. Selanjutnya, dilakukan perhitungan persentase ketuntasan belajar berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan oleh sekolah. Peserta didik dinyatakan tuntas apabila memperoleh nilai \geq KKM.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Simulasi PhET merupakan media pembelajaran interaktif berbasis komputer yang dirancang untuk membantu siswa memahami konsep-konsep sains melalui visualisasi yang dinamis dan mudah diamati. PhET menampilkan fenomena fisika secara real-time sehingga konsep yang bersifat abstrak, seperti hubungan antara sudut lemparan, kecepatan awal, dan lintasan gerak parabola, dapat terlihat secara jelas. Sebagai alat bantu pembelajaran, PhET berfungsi menyediakan eksperimen virtual yang aman, praktis, dan dapat dilakukan berulang kali tanpa keterbatasan alat laboratorium.

Penggunaan PhET memberikan berbagai manfaat dalam proses pembelajaran, di antaranya meningkatkan motivasi belajar, membuat siswa lebih aktif mengeksplorasi variabel-variabel fisika, serta membantu mereka mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Kelebihan PhET terletak pada aksesibilitas yang mudah, interaktivitas tinggi, dan visualisasi konkret yang mampu mengurangi miskonsepsi siswa. Siswa dapat secara langsung melihat pengaruh perubahan sudut, kecepatan awal, atau ketinggian terhadap bentuk lintasan, sehingga pemahaman menjadi lebih mendalam dan bermakna.

Cara Penggunaan Simulasi PhET (Projectile Motion)

1. Buka laman PhET Interactive Simulations dan pilih simulasi “Projectile Motion”.
2. Tunggu simulasi terbuka, lalu perhatikan tampilan variabel yang dapat diatur (sudut, kecepatan awal, massa, gravitasi, dan ketinggian awal).
3. Atur sudut lemparan sesuai kebutuhan percobaan.
4. Masukkan atau geser nilai kecepatan awal (initial velocity) untuk menentukan besar kecepatan proyektil.
5. Jika perlu, ubah massa benda atau gravitasi untuk melihat pengaruhnya terhadap lintasan.
6. Tekan tombol “Fire” / “Lempar” untuk memulai percobaan.
7. Amati lintasan proyektil yang muncul pada layar.
8. Aktifkan fitur tambahan seperti:
 - jejak lintasan (trajectory),
 - vektor kecepatan,
 - tabel data (values),
 - tampilan grid.
9. Catat hasil percobaan, seperti:
 - jarak horizontal (range),
 - tinggi maksimum,
 - waktu tempuh.
10. Lakukan pengulangan percobaan dengan variasi sudut atau kecepatan untuk menemukan pola hubungan antar variabel.
11. Bandingkan hasil percobaan dan tarik kesimpulan tentang faktor-faktor yang memengaruhi gerak parabola.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET pada materi gerak parabola membawa dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Siswa menjadi lebih mudah menganalisis data seperti jarak, waktu tempuh, dan tinggi maksimum berdasarkan eksperimen virtual yang mereka lakukan. Selain itu, mereka lebih percaya diri dalam menjelaskan fenomena fisika dan aktif dalam diskusi kelompok. Secara keseluruhan, terjadi peningkatan signifikan pada nilai posttest dibandingkan pretest, yang menunjukkan bahwa simulasi PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman dan prestasi belajar siswa pada materi gerak parabola.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Penggunaan Model Problem Based Learning (PBL) berbantuan Simulasi PhET

Integrasi Problem Based Learning (PBL) dan simulasi PhET memberikan dampak positif baik pada aspek kognitif maupun afektif peserta didik. Dalam proses pembelajaran berbasis PBL, peserta didik dihadapkan pada permasalahan kontekstual, seperti bagaimana menentukan jarak maksimum pada lintasan proyektil, yang menuntut mereka untuk berpikir kritis dan merumuskan hipotesis awal. Selanjutnya, simulasi PhET digunakan sebagai sarana untuk menguji dan membuktikan hipotesis tersebut melalui eksperimen virtual. Melalui aktivitas ini, peserta didik tidak hanya menghafal rumus gerak parabola, tetapi mampu memahami konsep secara lebih mendalam melalui proses eksplorasi dan pengamatan langsung. Simulasi PhET berperan dalam membantu peserta didik menghubungkan konsep teoretis dengan fenomena fisika yang divisualisasikan secara dinamis, sementara sintaks PBL mendorong terjadinya kolaborasi, diskusi, dan pertukaran gagasan antaranggota kelompok. Kombinasi kedua pendekatan ini memperkuat motivasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan aktif, sehingga berdampak pada peningkatan hasil belajar. Dengan demikian, implementasi simulasi PhET dalam model PBL terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik pada materi gerak parabola, serta selaras dengan karakteristik Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik.

3.2.2 Hasil Belajar Siswa

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, hasil belajar peserta didik melalui penggunaan LKPD Gerak Parabola di SMA Negeri Ambulu Jember menunjukkan capaian yang sangat baik. Dari 36 peserta didik yang mengikuti pembelajaran, diperoleh nilai rata-rata sebesar 93,56, yang menunjukkan bahwa penguasaan konsep peserta didik pada materi gerak parabola berada pada kategori sangat baik. Tingginya nilai rata-rata ini mengindikasikan bahwa sebagian besar peserta didik mampu memahami konsep gerak parabola secara optimal melalui pembelajaran berbasis Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET.

Jika ditinjau berdasarkan kategori penilaian, sebanyak 35 peserta didik (97,2%) berada pada kategori sangat baik dengan rentang nilai 81–100. Sementara itu, terdapat 1 peserta didik (2,8%) yang berada pada kategori kurang dengan nilai 55. Tidak terdapat peserta didik yang masuk dalam kategori baik maupun cukup. Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum mayoritas peserta didik telah mencapai penguasaan konsep yang sangat tinggi setelah mengikuti pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PBL dengan bantuan simulasi PhET.

Berdasarkan Kriteria Tercapainya Tujuan Pembelajaran (KTTP) yang menetapkan bahwa peserta didik dinyatakan tuntas apabila memperoleh nilai minimal 68 dan ketuntasan klasikal tercapai apabila minimal 68% peserta didik mencapai nilai tersebut, hasil analisis menunjukkan bahwa 35 dari 36 peserta didik (97,2%) telah mencapai ketuntasan belajar. Dengan demikian, pembelajaran gerak parabola melalui LKPD di SMA Negeri Ambulu Jember dapat dikatakan telah memenuhi kriteria ketuntasan minimal dan mencapai ketuntasan klasikal.

Tingginya capaian hasil belajar ini menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbasis *Problem Based Learning* dengan bantuan simulasi PhET memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pemahaman konsep peserta didik. Melalui PBL, peserta didik dilatih untuk menganalisis permasalahan, berdiskusi, dan menarik kesimpulan secara mandiri, sedangkan simulasi PhET membantu memperjelas konsep abstrak melalui visualisasi lintasan gerak parabola dan hubungan antarvariabel fisis, seperti kecepatan awal, sudut elevasi, waktu tempuh, jarak jangkau maksimum, dan tinggi maksimum. Proses ini menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan mendorong terbentuknya pemahaman konseptual yang mendalam.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Nisa et al. (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan simulasi PhET dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) peserta didik. Selain itu, penelitian Nurza et al. (2025) juga menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantuan PhET mampu meningkatkan rata-rata hasil belajar peserta didik secara signifikan. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa integrasi PBL dan simulasi PhET efektif dalam meningkatkan hasil belajar fisika, khususnya pada materi gerak parabola.

Tabel 4 Kriteria ketercapaian Tujuan Pembelajaran sesuai Kurikulum Merdeka

Nilai	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
81 – 100	Sangat Baik	35	97.2%
71 – 80	Baik	0	0%
68 – 70	Cukup	0	0%
50 – 67	Kurang	1	2.8%
0 – 50	Sangat Kurang	0	0%
Jumlah		36	100%

3.2.3 Motivasi Belajar Siswa

Berdasarkan hasil analisis lembar observasi motivasi belajar, diperoleh bahwa rata-rata motivasi siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi setelah penerapan pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan simulasi PhET. Indikator perhatian dan relevansi menunjukkan peningkatan paling signifikan, karena siswa lebih tertarik dan 89% saat mengikuti kegiatan simulasi gerak parabola yang bersifat interaktif dan visual. Sementara itu, indikator kepercayaan diri dan kepuasan juga mengalami peningkatan, disebabkan oleh kemampuan siswa dalam menemukan sendiri hubungan antarvariabel, seperti kecepatan, waktu, jarak terjauh, titik tertinggi, dan sudut elevasi melalui proses eksplorasi langsung di simulasi PhET. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Simatupang et al., (2025) yang menyatakan bahwa

pembelajaran berbasis PBL dengan dukungan media PhET secara signifikan dapat meningkatkan minat, keterlibatan, dan motivasi belajar siswa dalam memahami konsep-konsep fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusmin, R., Nirwana, & Rohadi, N. 2018. Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa dengan PBL Berbantuan Simulasi PhET di SMAN 6 Kota Bengkulu. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1(2), 53–59. <https://doi.org/10.33369/jkf.1.2.53-59>.
- Aina, Q., & Hariyono, E. 2024. Penerapan PhET Simulations pada Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA Kelas X. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(2), 56–65. <https://doi.org/10.58706/jipp.v1n2.p56-65>.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ayu Aprilia, D., Miftahul, L. N., & Sedayu, A. 2022. Efektivitas Model PBL Berbantuan PhET Simulation terhadap Hasil Belajar Siswa Materi Vektor. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 12(2). <https://doi.org/10.23887/jpf.v12i2.40396>.
- Cahyono, D. D., Hamda, M. K., & Prahastiwi, E. D. 2022. Pimikiran abraham maslow tentang motivasi dalam belajar. *TAJDID: Jurnal Pemikiran Keislaman Dan Kemanusiaan*, 6(1), 37-48.
- Hafiyya, N., & Hadi, M. S. 2023. Implementasi quizizz sebagai media pembelajaran berbasis education game terhadap peningkatan motivasi belajar matematika. *Community Development Journal*, 4(2), 1646-1652.
- Hanikah, H., Mutiara, H., Utami, G. N., Hanifah, H., Rohmawati, I., & Siregar, I. J. S. 2025. PHET VIRTUAL SIMULATION TRAINING TO IMPROVE TEACHER COMPETENCE AT SMPN 1 PLERED. *SOSCIED*, 8(1), 107-115.
- Hidayah, N., Talakua, P., Azis, D. A., & Maipauw, M. M. 2025. Development of Interactive Learning Media Based on Augmented Simulation Using PhET for Magnetic Field Material. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 5(1), 40-53.
- Humam, M. S., & Hanif, M. 2025. Strategi Pembelajaran Aktif dalam Meningkatkan Keterampilan Kritis Kritis Siswa di Era Modern. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 3(1), 262-281.
- Nisa, H., Junus, M., & Komariyah, L. 2022. Penerapan model problem based learning berbantuan simulasi PhET berbasis instrumen HOTS terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 560.
- Nur Fitriyanti, E. 2020. PENGARUH PEMBELAJARAN BAHASA ARAB MAHARAH QIRA'AH UNTUK SISWA MADRASAH ALIYAH TERHADAP PEMAHAMAN BUDAYA ARAB. *Jurnal Bahasa Arab Universitas Negeri Malang*, 04(01), 14.
- Nurza, Sahara, L., & Ute, N. 2025. Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan PhET Simulation pada Materi Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner Kelas XI SMA Negeri 2 Maginti. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 10(2), 114-120.
- Pratiwi, D. E., Komariyah, L., & Damayanti, P. 2024. Implementasi Model Problem Based Learning Berbantuan PhET Simulation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa di SMAN 2 Samarinda. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 13(3). <https://doi.org/10.19184/jpf.v13i3.48554>
- Puspitasari, L., Subiki, S., & Supriadi, B. 2024. Pengaruh Media PhET Simulation terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Fisika Siswa SMK. *Jurnal Pendidikan Fisika*. <https://doi.org/10.24114/jpf.v11i2.37682>.
- Putri, K. A., Amri, M. A., & Putra, A. 2025. Studi Literatur: Analisis Pengaruh Model Problem-Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar pada Pembelajaran IPS. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(3), 2201-2207.
- Simatupang, I. M., Surbakti, M. B., & Alexander, I. J. 2025. Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Phet Simulasi Untuk Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik Terhadap Materi Pemanasan Global. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 6(3), 1362-1378.
- Situmorang, J. J., & Motlan, M. 2025. Pengaruh Model PBL Berbantuan PhET terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA pada Materi Suhu dan Kalor. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 13(1). <https://doi.org/10.24114/inpafi.v13i1.63071>.

- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Swistiyawati, NLP, & Indrayani, IAM 2024. Analisis Kesulitan Siswa dalam Memahami Konsep IPAS di Kelas II SD NO. 5 Kebun. *Jurnal Pendidikan Dharmas (DE_Journal)*, 5 (2), 1316-1324.
- Tiyas, S. I. R. N., Khusaini, K., & Purwantini, A. 2024. Analisis penerapan model pembelajaran problem based learning (PBL) berbantuan media PhET di SMA Brawijaya Smart School Malang. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 1(4), 909-919.
- Ulumiyah, W., Masturoh, L., Nuraini, L., & Atiq, S. 2022. *Efektivitas PBL Disertai PhET Simulation pada Pokok Bahasan Elastisitas dan Hukum Hooke di SMA*. Phi : Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan, 7(1). <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v7i1.11066>