



Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan Simulasi *PhET* Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke

Darma juliana^{1*}, Susilawati², Sutrio³.

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i4.1513>

Article Info

Received: 04 November 2025

Revised: 26 November 2025

Accepted: 29 November 2025

Correspondence:

email:

lianadarma40@gmail.com

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk menelaah efektivitas penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan penggunaan simulasi interaktif PhET terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik pada topik elastisitas dan Hukum Hooke di SMA Negeri 1 Jereweh. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuasi-eksperimental menggunakan rancangan *Non-Equivalent Control Group Design*. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas XI MIPA berjumlah 59 orang yang diikutsertakan secara penuh melalui teknik *sampling jenuh*. Kelas XI MIPA 2 ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang menerima pembelajaran dengan model PBL berbantuan simulasi PhET, sedangkan kelas XI MIPA 1 berfungsi sebagai kelompok kontrol yang mendapatkan pembelajaran konvensional. Instrumen utama yang digunakan berupa tes objektif dengan 25 butir soal pilihan ganda yang telah melewati proses uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda untuk memastikan kualitasnya. Data dikumpulkan melalui pelaksanaan *pre-test* dan *post-test* pada kedua kelompok dengan durasi pembelajaran sebanyak tiga kali pertemuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan PBL yang diperkaya simulasi PhET mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Nilai rata-rata *N-Gain* kelompok eksperimen sebesar 0,73 termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan kelompok kontrol memperoleh 0,67 yang tergolong sedang. Uji hipotesis dengan uji *t* pada taraf signifikansi 5% menghasilkan $t_{hitung} = 5,53$ lebih besar dari $t_{tabel} = 2,00$, menandakan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Temuan penelitian ini mengindikasikan bahwa integrasi model PBL dan simulasi PhET tidak hanya berpengaruh terhadap peningkatan aspek kognitif, tetapi juga dapat menumbuhkan keaktifan belajar, kemampuan berpikir kritis, serta pemahaman konseptual siswa terhadap materi fisika yang bersifat abstrak.

Keywords: elastistas, hasil belajar, hukum hooke, model *problem based learning*, simulasi PhET

Citation: Juliana, D., Susilawati, S., & Sutrio, S. (2025). Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbantuan Simulasi *PhET* Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke. *Journal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(4), 2217-2222. doi: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i4.1513>

Pendahuluan

Pendidikan memegang peranan strategis dalam persiapan sumber daya manusia yang mampu bersaing pada tingkat global. Untuk itu, Kurikulum 2013 (K-13) dirancang agar proses pembelajaran tidak sekadar

menumbuhkan penguasaan pengetahuan, melainkan juga keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kemampuan berkolaborasi, dan komunikasi efektif yang relevan dengan tuntutan abad ke-21 (Permendikbud, 2018). Dengan orientasi seperti ini,

Email : lianadarma40@gmail.com

peran pendidik bergeser dari penyampai informasi menjadi fasilitator yang memandu peserta didik ke arah pembelajaran yang lebih aktif dan berpusat pada siswa.

Dalam praktiknya, guru perlu menerapkan model dan strategi pembelajaran yang mendorong siswa menemukan sendiri konsep yang dipelajari, bukan sekadar menerima pengetahuan secara pasif. Salah satu pendekatan yang sesuai dengan tujuan tersebut adalah Problem Based Learning (PBL). Model PBL menekankan pemecahan masalah kontekstual melalui proses berpikir ilmiah: siswa didorong melakukan eksplorasi, berdiskusi dalam kelompok, dan merefleksikan solusi yang ditemukan sehingga kemampuan analisis dan kreativitas berkembang (Rusman, 2016; Sofyan dkk., 2017).

Secara operasional, PBL menempatkan guru sebagai fasilitator dan memberikan ruang bagi siswa untuk mengambil peran aktif dalam mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, serta merancang dan mengevaluasi solusi. Pendekatan ini juga terbukti membantu siswa mengaitkan konsep-konsep teoritis dengan fenomena nyata, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna dan aplikatif (lihat Jauhari dkk., 2016). Selain meningkatkan kemampuan kognitif, PBL juga berpotensi memperkuat keterampilan sosial seperti komunikasi dan kerja sama dalam kelompok.

Selain model pembelajaran, pemanfaatan media yang tepat memainkan peran penting terutama pada materi yang bersifat abstrak. Dalam pembelajaran fisika, media berbasis teknologi misalnya simulasi interaktif mampu menampilkan fenomena yang sulit diamati langsung, sehingga memperjelas konsep dan meningkatkan motivasi belajar siswa. Salah satu contoh media tersebut adalah simulasi PhET yang dikembangkan oleh University of Colorado; PhET menyediakan visualisasi dan eksperimen virtual yang memungkinkan manipulasi variabel dan pengamatan dampak perubahan kondisi tanpa memerlukan peralatan laboratorium lengkap (Verdian dkk., 2021; Ginting dkk., 2020).

Berdasarkan kajian studi sebelumnya, penggunaan simulasi PhET dalam kombinasi dengan model pembelajaran aktif menunjukkan hasil positif pada pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa (Alfiah & Dwikoranto, 2022; Novita & Fatmi, 2023). Melalui simulasi, siswa tidak hanya mempelajari teori secara kognitif, tetapi juga terlibat dalam aktivitas eksploratif yang meningkatkan keaktifan dan rasa ingin tahu—faktor penting dalam pembelajaran bermakna.

Hasil observasi awal di SMA Negeri 1 Jereweh menunjukkan bahwa pembelajaran fisika pada beberapa kelas masih didominasi oleh metode ceramah dan minim kegiatan praktikum karena keterbatasan

fasilitas laboratorium. Situasi ini cenderung membuat siswa kurang terlibat secara aktif. Oleh sebab itu, mengintegrasikan model PBL dengan media simulasi seperti PhET dapat menjadi alternatif untuk mengatasi keterbatasan sarana sekaligus meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa pada topik-topik abstrak seperti elastisitas dan Hukum Hooke.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan PBL yang diperkaya dengan simulasi PhET berpengaruh terhadap hasil belajar siswa pada materi elastisitas. Penelitian ini berfokus pada perubahan pencapaian kognitif dan partisipasi siswa ketika diberi perlakuan pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kuasi-eksperimen** dengan rancangan *Non-Equivalent Control Group Design*. Desain ini dipilih karena kondisi kelas yang sudah terbentuk sebelumnya tidak memungkinkan penentuan sampel secara acak, namun tetap dapat digunakan untuk membandingkan pengaruh dua perlakuan pembelajaran yang berbeda.

1. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian mencakup seluruh peserta didik kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Jereweh tahun ajaran penelitian, yang berjumlah **59 siswa**. Seluruh anggota populasi dijadikan sampel penelitian dengan menggunakan teknik **sampling jenuh**, sehingga semua siswa diikutsertakan dalam kegiatan eksperimen. Kelas XI MIPA 2 ditetapkan sebagai **kelompok eksperimen** yang memperoleh pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan dukungan **simulasi PhET**, sedangkan kelas XI MIPA 1 ditunjuk sebagai **kelompok kontrol** yang mengikuti pembelajaran konvensional tanpa bantuan simulasi.

2. Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua variabel utama, yaitu:

- Variabel bebas – penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan simulasi PhET.
- Variabel terikat – hasil belajar peserta didik pada materi elastisitas dan Hukum Hooke.
- Instrumen Penelitian

Instrumen utama yang digunakan adalah tes hasil belajar ranah kognitif dalam bentuk 25 soal pilihan ganda. Setiap butir soal telah melalui uji validitas isi, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda, sehingga layak digunakan untuk mengukur kemampuan siswa. Selain itu, peneliti juga menggunakan lembar observasi untuk menilai aspek afektif (seperti keaktifan dan sikap selama pembelajaran) serta aspek psikomotorik (seperti

keterampilan menggunakan simulasi PhET dan alat bantu virtual).

3. Prosedur Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu:

- Tahap Persiapan, meliputi penyusunan perangkat pembelajaran, validasi instrumen, serta pelaksanaan *pre-test* untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik di kedua kelas.
- Tahap Pelaksanaan Perlakuan, di mana kelas eksperimen diberikan pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan simulasi PhET, sementara kelas kontrol menerima pembelajaran dengan pendekatan konvensional. Proses pembelajaran berlangsung selama tiga kali pertemuan.
- Tahap Evaluasi, dilakukan dengan pemberian *post-test* kepada kedua kelompok untuk mengukur peningkatan hasil belajar setelah perlakuan. Selain itu, observasi dilakukan selama proses pembelajaran guna memperoleh data pendukung mengenai aktivitas dan partisipasi siswa.

4. Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan pendekatan statistik kuantitatif. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data diuji terlebih dahulu menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas untuk memastikan kesesuaian asumsi dasar analisis parametrik. Setelah prasyarat terpenuhi, dilakukan uji-t dua sampel independen (*pooled variance*) pada taraf signifikansi 5% guna mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol. Untuk menilai tingkat peningkatan hasil belajar, digunakan rumus *N-Gain* dengan kategori tinggi, sedang, dan rendah sesuai kriteria Hake (1999).

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian

Penelitian ini menghasilkan data mengenai peningkatan hasil belajar peserta didik pada tiga ranah, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. Ranah kognitif diukur melalui tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*), sedangkan ranah afektif dan psikomotorik diperoleh melalui observasi selama proses pembelajaran berlangsung. Rincian hasil belajar ranah kognitif peserta didik sebelum perlakuan (*pre-test*) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Pre-Test* Hasil Belajar

Komponen	Pre-test	
	Kelas eksperimen	Kelas kontrol
Jumlah peserta didik	30	29
Nilai tertinggi	60	56
Nilai terendah	28	28

Rata-rata	42,00	42,53
Uji normalitas	Terdistribusi normal	
Uji homogenitas	Homogen	

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata nilai *pre-test* antara kedua kelas menunjukkan perbedaan yang sangat kecil, yaitu 42,00 untuk kelas eksperimen dan 42,53 untuk kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok siswa relatif setara sebelum diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda. Uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data memenuhi syarat statistik untuk dilakukan uji lanjutan.

Setelah diberikan perlakuan, diperoleh hasil *post-test* sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *Pos-Test* Hasil Belajar

Komponen	Pre-test	
	Kelas eksperimen	Kelas kontrol
Jumlah peserta didik	30	29
Nilai tertinggi	96	84
Nilai terendah	68	56
Rata-rata	81,33	71,03
Uji normalitas	Terdistribusi normal	
Uji homogenitas	Homogen	

Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata nilai *post-test* kelas eksperimen lebih tinggi (81,33) dibandingkan kelas kontrol (71,03). Kedua kelompok mengalami peningkatan nilai setelah perlakuan, namun peningkatan pada kelas eksperimen lebih besar. Kelas eksperimen memperoleh kenaikan sebesar 39,33 poin, sedangkan kelas kontrol hanya meningkat 28,5 poin. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan simulasi PhET lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan *t-test pooled varians*. Data yang digunakan adalah nilai *post-test* yang telah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Hasil uji disajikan pada Tabel 3 berikut

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis

Kelas	N	t _{hitung}	t _{tabel}	Keterangan
Eksperimen	30	5.53	2.00	H _a diterima
Kontrol	29			

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai *t*_{hitung} (5,53) lebih besar daripada *t*_{tabel} (2,00) pada taraf signifikansi 5%. Dengan demikian, H₀ ditolak dan H_a diterima, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara hasil belajar peserta didik yang diajar

menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan simulasi PhET dan yang diajar dengan metode konvensional.

Untuk mengetahui tingkat efektivitas perlakuan yang diberikan, dilakukan uji N-Gain. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji N-Gain

	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah peserta didik	30	29
Rata-rata N-gain kategori	0,73 Tinggi	0,69 Sedang

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata nilai *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,73 (kategori tinggi), sedangkan kelas kontrol sebesar 0,69 (kategori sedang). Hasil ini memperkuat temuan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan simulasi PhET lebih efektif meningkatkan hasil belajar dibandingkan pembelajaran konvensional.

Pembahasan

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa integrasi antara model *Problem Based Learning* dan simulasi PhET berpengaruh secara signifikan terhadap hasil belajar fisika peserta didik. Pembelajaran dengan pendekatan ini mampu meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam mengonstruksi pengetahuan mereka melalui pemecahan masalah nyata.

Pada kelas eksperimen, kegiatan pembelajaran dimulai dengan penyajian masalah kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Peserta didik bekerja sama dalam kelompok kecil untuk mencari solusi melalui eksplorasi konsep, diskusi, serta pengujian secara virtual menggunakan simulasi PhET. Proses ini melatih siswa untuk berpikir kritis, membuat hipotesis, dan melakukan verifikasi terhadap hasil percobaan yang diperoleh melalui media digital.

Simulasi PhET membantu peserta didik memvisualisasikan fenomena elastisitas yang sulit diamati secara langsung di kelas. Melalui simulasi ini, siswa dapat melihat hubungan antara gaya, tegangan, dan regangan dalam bentuk tampilan interaktif yang menarik. Dengan demikian, siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih konkret dan mendalam, meskipun tidak melakukan eksperimen di laboratorium nyata.

Hasil uji-t yang menunjukkan nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ mengindikasikan adanya perbedaan yang bermakna antara hasil belajar kedua kelompok. Temuan ini diperkuat oleh nilai N-Gain yang lebih tinggi pada kelas eksperimen, yang berarti peningkatan hasil belajar siswa bukan hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara pedagogis.

Faktor lain yang turut mendukung peningkatan hasil belajar adalah suasana pembelajaran yang lebih interaktif dan kolaboratif. Peserta didik terlihat lebih antusias dan aktif dalam bertanya, berdiskusi, serta memberikan pendapat selama proses pembelajaran berlangsung. Aktivitas ini berkontribusi pada peningkatan kemampuan komunikasi ilmiah dan pemahaman konseptual.

Meskipun demikian, pelaksanaan model ini memerlukan waktu yang lebih panjang dibandingkan metode konvensional karena melibatkan tahap identifikasi masalah, investigasi, serta presentasi hasil. Selain itu, keterbatasan perangkat seperti komputer atau laptop membuat sebagian siswa harus berbagi peralatan. Namun, kendala ini dapat diatasi melalui pembagian tugas kelompok dan pengaturan waktu yang efisien.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Alfiah & Dwikoranto (2022) serta Jauhari dkk. (2016) yang menyatakan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa dalam pembelajaran fisika. Kombinasi keduanya mampu menciptakan proses belajar yang bermakna, aktif, dan kontekstual, serta sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan simulasi interaktif PhET berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar fisika peserta didik pada materi elastisitas dan Hukum Hooke di SMA Negeri 1 Jereweh.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata skor *N-Gain* kelompok eksperimen sebesar 0,73 termasuk kategori tinggi, sedangkan kelompok kontrol memperoleh nilai 0,67 dengan kategori sedang. Uji t menghasilkan nilai t_{hitung} sebesar 5,53, yang lebih besar daripada $t_{tabel} = 2,00$ pada taraf signifikansi 5%. Hal tersebut menegaskan adanya perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa yang belajar menggunakan model PBL berbantuan PhET dengan siswa yang belajar melalui metode konvensional.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa integrasi model PBL dan simulasi PhET efektif dalam meningkatkan hasil belajar, pemahaman konsep, serta keaktifan siswa dalam proses pembelajaran fisika. Penerapan model ini juga mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kerja sama, dan motivasi belajar peserta didik. Oleh karena itu, model pembelajaran PBL berbantuan PhET layak dijadikan alternatif strategi pengajaran, terutama pada materi

fisika yang bersifat abstrak dan menuntut visualisasi konsep.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada **Kepala SMA Negeri 1 Jereweh** beserta guru fisika yang telah memberikan dukungan dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada **Universitas Mataram**, khususnya **Program Studi Pendidikan Fisika FKIP**, yang telah memberikan bimbingan, fasilitas, serta arahan selama proses penelitian berlangsung.

Tidak lupa, penulis juga berterima kasih kepada seluruh peserta didik kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Jereweh yang telah berpartisipasi aktif selama pelaksanaan penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan strategi pembelajaran fisika yang lebih inovatif dan bermakna di masa mendatang.

Daftar Pustaka

- Alfiah, S., & Dwikoranto, D. (2022). Penerapan model problem based learning berbantuan laboratorium virtual PhET untuk meningkatkan HOTS siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 9-18.
- Arikunto. (2016). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Saintifik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Azizaturredha, M., Fatmawati, S., & Yuliani, H. (2019). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan media laboratorium virtual (PhET) untuk meningkatkan hasil belajar, keterampilan proses sains dan minat belajar siswa pada pokok bahasan elastisitas. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(01), 1-5.
- Azmi, M. K., Rahayu, S., & Hikmawati, H. (2016). Pengaruh model problem based learning dengan metode eksperimen dan diskusi terhadap hasil belajar fisika ditinjau dari sikap ilmiah siswa kelas X MIPA SMA N 1 Mataram. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(2), 86-94.
- Hastuti, A., Sahidu, H., & Gunawan, G. (2016). Pengaruh Model PBL Berbantuan Media Virtual Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(3), 129-135.
- Hawa, A. A., Supriadi, B., & Prastowo, S. H. B. (2021). Efektivitas Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model PBL Berbantuan Simulasi Phet pada Materi Termodinamika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 7(2), 327-334.
- Helyandari, B. H., Hikmawati, H., & Sahidu, H. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Ma Darul Hikmah Darek Tahun Pelajaran 2019/2020. *Konstan-Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 5(1), 10-17.
- Jamila, S., Verawati, N. N. S. P., & Makhrus, M. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media PhET terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI. *Experiment: Journal of Science Education*, 2(2), 32-40.
- Jauhari, T., Hikmawati, H., & Wahyudi, W. (2016). 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.
- Juniantoro, S. (2021). *Efektivitas Pengembangan Metode Eksperimen Berbasis Laboratorium Virtual PhET*. Seminar Nasional PGMI 2021. Jawa Tengah: NEM
- Kurniawan, T., Rokhmat, J., & Ardhuha, J. (2015). Perbedaan hasil belajar melalui penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan komik fisika dengan pembelajaran konvensional pada siswa kelas viii smpn 1 labuapi tahun ajaran 2013/2014. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 123-128.
- Maharani, N. N., Hikmawati, H., Susilawati, S., & Gunada, I. W. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media PhET Simulation Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 539-545.
- Muhammad, H. 2016. *Panduan Penilaian Oleh Pendidik Dan Satuan Pendidikan Untuk Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Ditjen Pendidikan Dasar Dan Menengah A. Hal 15-32.
- Murnilasari, Y., Widayarsi, O. A., Oktaviani, R., Fitriyani, Q., & Kusumawati, P. R. D. (2021, December). Efektivitas pengembangan metode ekpesimen berbasis laboratorium virtual PhET dalam pembelajaran IPA materi rangkaian listrik pada masa pandemi. In *Prosiding SEMAI:Seminar Nasional PGMI* (Vol. 1, pp. 428-445).
- 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), 560-567.
- Novita, N., & Fatmi, N. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PBL dengan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Journal on Education*, 5(3), 6092-6100.

- Pitriah, P., Sutrio, S., & Taufik, M. (2018). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan alat peraga tiga dimensi terhadap hasil belajar fisika peserta didik tahun pelajaran 2017/2018. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 283-290.
- Permendikbud. (2014a). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 103*. Pembelajaran Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. Jakarta: Kemendikbud
- Permendikbud. (2018). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 35*. Pembelajaran Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. Jakarta: Kemendikbud
- Pieter, J., & Risamasu, P. V. M. (2024). Implementasi Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Simulasi PhET pada Pelajaran Fisika. *Journal of Health, Education, Economics, Science, and Technology (J-HEST)*, 6(2), 188-195.
- Putra, A. G. P., & Bektiarso, S. (2017). Pengaruh model problem based learning (PBL) terhadap hasil belajar dan keterampilan proses sains dalam pembelajaran fisika di SMA (Kelas X SMA Negeri 3 Jember). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2), 129-134.
- Rahman, S. (2021). Pentingnya motivasi belajar dalam meningkatkan hasil belajar. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar*.
- 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. *FKIP e-PROCEEDING*, 4(1), 125-128.
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi interaktif dalam proses pembelajaran fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10-14.
- Rusman. (2018) Model-model pembelajaran: *Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Depok: Rajawali Pers.
- Sahidu, H. (2018). *Pengembangan Program Pembelajaran Fisika (P3F)*. Mataram: FKIP UNRAM.
- Saputra, R., Susilawati, S., & Verawati, N. N. S. P. (2020). Pengaruh penggunaan media simulasi phet (physics education technology) terhadap hasil belajar fisika. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(2), 110-115.
- Setyo, A. A., Faturrahman, M., dan Anwar, Z. (2020) *Strategi Pembelajaran Problem Based Learning*. Makasar: Yayasan Bercode.
- Shoimin, Aris. (2020). *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Subiki, S., Hamidy, A. N., Istighfarini, E. T., Suharsono, F. Y. H., & Putri, S. F. D. (2022). Pengaruh Media Pembelajaran Phet Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA Negeri Plus Sukowono Materi Usaha dan Energi Tahun Pelajaran 2021/2022. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 8(2), 200-204.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian Pendidikan (kuantitatif, kualitatif, kombinasi, R&D dan penelitian Pendidikan)*. Bandung: Alfabeta.
- Susilawati, S., Doyan, A., Mulyadi, L., Abo, C. P., & Pineda, C. I. S. (2022). The effectiveness of modern physics learning tools using the phet virtual media assisted inquiry model in improving cognitive learning outcomes, science process skills, and scientific creativity of prospective teacher students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 291-295.
- Syamsidah, & Suryani, H. (2018). *Model Problem Based Learning (PBL) Mata Kuliah Pengetahuan Bahan Makanan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Tabany, T.I.B. (2017). *Mendesain Model Pembelajaran, Inovatif, Progresif, dan Kontekstual*. Jakarta: Kencana
- Verawati, N. N. S. P., & Sukaisih, R. (2021). Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dalam Pembelajaran Inkuiri dengan Simulasi PhET: Studi Pendahuluan. *Empiricism Journal*, 2(1), 40-46.
- Verdian, F., Jadid, M., & Rahmani, M. (2021). *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF) Studi Penggunaan Media Simulasi Phet Dalam Pembelajaran Fisika*. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 1(2), 39-44.
- Widyastuti, I., Winarno, N., Emiliannur, E., & Wahyuningsih, Y. (2024). Meningkatkan minat belajar siswa menggunakan model discovery learning berbantuan simulasi PhET pada topik usaha, energi dan pesawat sederhana. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 4(1), 65-85.
- Zaturrahmi, Z., Festiyed, F., & Ellizar, E. (2020). The utilization of virtual laboratory in learning: A meta-analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 228-236.