



Integration of the PhET Virtual Laboratory in the Development of Lab Worksheets to Enhance Conceptual Understanding of Archimedes' Principle

Integrasi Virtual Laboratory PhET dalam Pengembangan Lembar Kerja Pratikum untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Hukum Archimedes

¹Silvia Anggri Wijaya, ²Widyaskara Mangando, ³Mariana Nensi, ⁴Siti Hajar, ⁵Wilda Wijayani Pamangin, ⁶Etty Octaviani Manalu

^{1,4,5}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cenderawasih, Indonesia

^{2,6}Program Studi Manajemen Pendidikan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cenderawasih, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Cenderawasih, Indonesia
e-mail: silvianggriwijaya@gmail.com

Abstract

This study aims to examine the feasibility of a practicum worksheet integrated with the PhET Virtual Laboratory based on evaluations by media experts and subject-matter experts, as well as to determine the improvement in students' conceptual understanding of Archimedes' Principle. Archimedes' Principle is one of the fundamental concepts in basic physics related to buoyant force and the phenomena of floating, hovering, and sinking. A strong conceptual understanding is required for students to be able to comprehensively relate mathematical representations to physical phenomena. Therefore, the integration of the PhET virtual laboratory into the practicum worksheet is designed to facilitate concept exploration through interactive simulations. This study employs the 4-D development model, which includes the stages of Define, Design, Develop, and Disseminate. The research instruments consist of validation sheets used to assess the feasibility of the practicum worksheet by media experts and subject-matter experts, as well as a conceptual understanding test to measure students' improvement in conceptual understanding. Product feasibility analysis uses a Likert scale, while the improvement in conceptual understanding is analyzed using the n-gain calculation. The results show that the practicum worksheet integrated with the PhET Virtual Laboratory on Archimedes' Principle is feasible for use in general physics learning. The average assessment scores from media experts and subject-matter experts are 3.51 and 3.54, respectively, both categorized as very good. In addition, the results of the conceptual understanding test indicate a significant improvement, with an average n-gain score of 0.69, which falls into the high category. These findings indicate that the integration of the PhET Virtual Laboratory in the development of practicum worksheets is effective in improving students' conceptual understanding of Archimedes' Principle.

Keywords: archimedes' principle, practicum worksheet, conceptual understanding, phet virtual laboratory

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan lembar kerja praktikum yang terintegrasi dengan Virtual Laboratory PhET berdasarkan penilaian ahli media dan ahli materi, serta mengetahui peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi Hukum Archimedes. Hukum Archimedes merupakan salah satu konsep fundamental dalam fisika dasar yang berkaitan dengan gaya apung serta fenomena terapung, melayang, dan tenggelam. Pemahaman konseptual yang kuat diperlukan agar mahasiswa mampu menghubungkan representasi matematis dengan fenomena fisis secara komprehensif. Oleh karena itu, integrasi laboratorium virtual PhET dalam lembar kerja praktikum dirancang untuk memfasilitasi eksplorasi konsep melalui simulasi interaktif. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D yang meliputi tahap *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Instrumen penelitian berupa lembar validasi untuk menilai kelayakan lembar kerja praktikum oleh ahli media dan ahli materi, serta tes pemahaman konsep untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep mahasiswa. Analisis kelayakan produk menggunakan skala Likert, sedangkan peningkatan pemahaman konsep dianalisis menggunakan perhitungan *n-gain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lembar kerja praktikum terintegrasi Virtual Laboratory PhET pada Hukum Archimedes dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran fisika umum. Rerata skor penilaian dari ahli media sebesar 3,51 dan dari ahli materi sebesar 3,54 dengan kategori sangat baik. Selain itu, hasil uji pemahaman konsep menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan rata-rata skor *n-gain* sebesar 0,69 yang termasuk dalam kategori tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi Virtual Laboratory PhET dalam pengembangan lembar kerja praktikum efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep Hukum Archimedes pada mahasiswa.

Kata kunci: hukum archimedes, lembar kerja pratikum, pemahaman konsep, virtual laboratoty phet



Licensed under Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.

*Copyright (c) 2025 Silvia Anggri Wijaya, Widyaskara Mangando, Mariana Nensi, Siti Hajar, Wilda Wijayani Pamangin, Ety Octaviani Manalu

Pendahuluan

Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala alam melalui pengamatan, eksperimen, serta perumusan dalam bentuk model dan persamaan matematis (Alam, 2022). Oleh karena itu, pembelajaran fisika tidak hanya menuntut penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan melakukan penyelidikan ilmiah melalui kegiatan praktikum serta keterampilan menganalisis fenomena fisis secara sistematis (Ramadani et al., 2024). Salah satu materi penting dalam fisika dasar adalah Hukum Archimedes yang membahas tentang gaya apung dan fenomena terapung, melayang, dan tenggelam. Konsep ini memiliki banyak penerapan dalam

kehidupan sehari-hari, sehingga penting bagi mahasiswa untuk memahaminya secara konseptual maupun eksperimental (Solihin et al., 2024).

Berdasarkan hasil observasi di lingkungan Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Cenderawasih, khususnya pada mata kuliah Fisika Umum, pemahaman konsep mahasiswa pada materi fluida statis, terutama Hukum Archimedes, masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata kuis mahasiswa yang belum mencapai standar ketuntasan yang diharapkan. Selain itu, berdasarkan wawancara dengan dosen pengampu sebelumnya, mahasiswa cenderung mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep gaya apung dengan hasil pengamatan praktikum maupun penyelesaian soal berbasis masalah kontekstual.

Permasalahan tersebut juga dipengaruhi oleh keterbatasan pelaksanaan praktikum di laboratorium, baik dari segi waktu, ketersediaan alat, maupun kesempatan eksplorasi konsep secara mandiri. Lembar kerja praktikum yang digunakan masih bersifat konvensional dan belum mengintegrasikan media interaktif yang dapat membantu visualisasi konsep secara dinamis. Akibatnya, mahasiswa kurang memperoleh pengalaman belajar yang bermakna dan eksploratif.

Seiring perkembangan teknologi digital, pemanfaatan Virtual Laboratory seperti PhET Simulation dapat menjadi solusi inovatif dalam pembelajaran fisika. Virtual Laboratory PhET memungkinkan mahasiswa melakukan eksperimen secara interaktif, memanipulasi variabel, serta mengamati perubahan secara langsung tanpa keterbatasan alat dan waktu (Hanikah et al., 2025). Integrasi PhET dalam lembar kerja praktikum diharapkan mampu memfasilitasi proses inkuiri, memperkuat pemahaman konseptual, dan meningkatkan keterlibatan aktif mahasiswa dalam pembelajaran (Anggraini & Zulkarnaen, 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa (Arumningtyas et al., 2022). Media berbasis simulasi interaktif dinilai efektif dalam membantu mahasiswa memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami (Alfahinsa & Fauziah, 2025). Oleh karena itu, pengembangan lembar kerja praktikum yang terintegrasi Virtual Laboratory PhET menjadi alternatif strategis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika, khususnya pada materi Hukum Archimedes.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi hasil uji validasi oleh para ahli terhadap lembar kerja praktikum yang terintegrasi Virtual Laboratory PhET serta mengetahui peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi Hukum Archimedes.

Metode Penelitian

Penerapan metode dalam penelitian ini ialah *Research and Development (R&D)*, di mana bertujuan menghasilkan suatu produk. Penelitian ini mengembangkan produk lembar kerja praktikum berbasis Virtual Laboratory PhET. Prosedur pengembangannya yaitu pengembangan model 4D (Sugiyono, 2015).

Tahap definisi yaitu mendefinisikan kegiatan dalam memenuhi kebutuhan-kebutuhan sebelum dilakukan pengembangan dan tahap di mana informasi dikumpulkan berdasarkan studi lapangan maupun literatur terkait produk yang akan dikembangkan. Tahap selanjutnya, yakni *design* dimulai dengan merancang perangkat awal lembar kerja praktikum. Selanjutnya, merumuskan sub-capaian pembelajaran mata kuliah terlebih dahulu sebelum melakukan desain lembar kerja praktikum. Sub-capaian tersebut menjadi dasar menentukan desain dalam merancang produk awal. Tahapan *develop* yaitu tahapan menilai produk oleh ahli. Terakhir tahap *disseminate* yaitu penyebarluasan produk yang telah dikembangkan kepada mahasiswa.

Instrumen yang digunakan yakni lembar penilaian produk dan soal tes. Untuk menilai kelayakan produk, data dianalisis menggunakan skala baku. Validasi lembar kerja praktikum dilakukan oleh para ahli, dan hasilnya dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan kualitasnya. Semua data dari setiap komponen penilaian yang ada dalam instrumen penilaian, yang telah dikumpulkan dari seluruh validator, ditabulasi. Selanjutnya, nilai rata-rata tiap komponen dihitung menggunakan persamaan yang diberikan.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Dengan \bar{X} adalah skor rata-rata, n adalah jumlah penilai, dan $\sum x$ adalah jumlah skor. Nilai rerata skor tiap aspek yang diperoleh dikonversikan menjadi data kualitatif berupa tingkat kelayakan produk. Pedoman konversi skor menjadi nilai skala lima bisa dilihat pada Tabel 1 (Widoyoko, 2011).

Tabel 1 Kategori Kriteria Penilaian

Interval Skor	Kategori
$X > \bar{X}_i + 1,80 sb_i$	Sangat baik
$\bar{X}_i + 0,60 sb_i < X \leq \bar{X}_i + 1,80 sb_i$	Baik
$\bar{X}_i - 0,60 sb_i < X \leq \bar{X}_i + 0,60 sb_i$	Cukup
$\bar{X}_i - 1,80 sb_i < X \leq \bar{X}_i - 0,60 sb_i$	Kurang
$X \leq \bar{X}_i - 1,80 sb_i$	Sangat kurang

Dengan X adalah skor akhir rata-rata, \bar{X}_i adalah rerata ideal, sb_i adalah simpangan baku ideal. Rerata ideal (\bar{X}_i) menggunakan rumus $= \frac{1}{2}$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal). Sedangkan untuk mencari simpangan baku ideal (sb_i) menggunakan rumus $= \frac{1}{6}$ (skor maksimal ideal - skor minimal ideal). Dengan catatan, skor maksimal ideal = Σ butir soal \times skor maksimal. Untuk skor minimal ideal = Σ butir soal \times skor minimal.

Pada penilaian kelayakan lembar kerja praktikum dilakukan dari segi materi dan media oleh *expert*. Sehingga untuk rentang kualitas kelayakan produk bisa dilihat di Tabel 2.

Tabel 2 Rentang Kualitas Kelayakan Produk

Rentang Skor	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 3,4$	Sangat baik
$2,9 < \bar{X} \leq 3,4$	Baik
$2,2 < \bar{X} \leq 2,8$	Cukup
$1,6 < \bar{X} \leq 2,2$	Kurang
$\bar{X} \leq 1,6$	Sangat kurang

Penilaian kelayakan media didasarkan pada aspek tampilan visual dan rekayasa perangkat lunak. Data kuantitatif yang diperoleh berupa skor dalam rentang 1-4, sementara data kualitatif mencakup saran dan komentar yang menjadi pertimbangan untuk revisi produk. Sementara itu, kelayakan materi lembar kerja praktikum dievaluasi berdasarkan aspek isi, bahasa, dan penyajian. Saran serta komentar merupakan data kualitatif yang digunakan untuk perbaikan produk, sedangkan data kuantitatif disajikan dalam bentuk skor dengan rentang 1-4.

Setelah dilakukan revisi yang berdasar pada saran para ahli, kemudian, dilakukan uji coba terhadap mahasiswa pendidikan kimia yang memiliki latar belakang heterogen, menggunakan instrumen yang sudah divalidasi oleh para ahli.

Selanjutnya, untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep mahasiswa dianalisis dari nilai rata-rata gain yang dinormalisasi berdasarkan skor *pretest* dan *posttest* menggunakan gain standar dengan persamaan.

$$g = \frac{\text{posttest score} - \text{pretest score}}{\text{max possible score} - \text{pretest score}} \quad (2)$$

Berdasarkan nilai gain, peningkatan pemahaman konsep Hukum Archimedes mahasiswa ada pada Tabel 3 (Meltzer, 2002).

Tabel 3 Kriteria Nilai Gain

Nilai Gain	Kriteria
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Tampilan lembar kerja praktikum yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tampilan Lembar Kerja Praktikum

Untuk penilaian media pada lembar kerja praktikum berdasarkan para ahli bisa dilihat di Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Penilaian Media Pada Lembar Kerja Praktikum Berbasis Virtual Laboratory PhET

Aspek Media	Penilaian	Kategori
Tampilan visual	3,50	Sangat baik
Rekayasa perangkat lunak	3,52	Sangat baik
Rata-rata	3,51	Sangat baik

Sedangkan kelayakan materi pada produk lembar kerja praktikum dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Penilaian Materi Pada Lembar Kerja Praktikum Berbasis Virtual Laboratory PhET

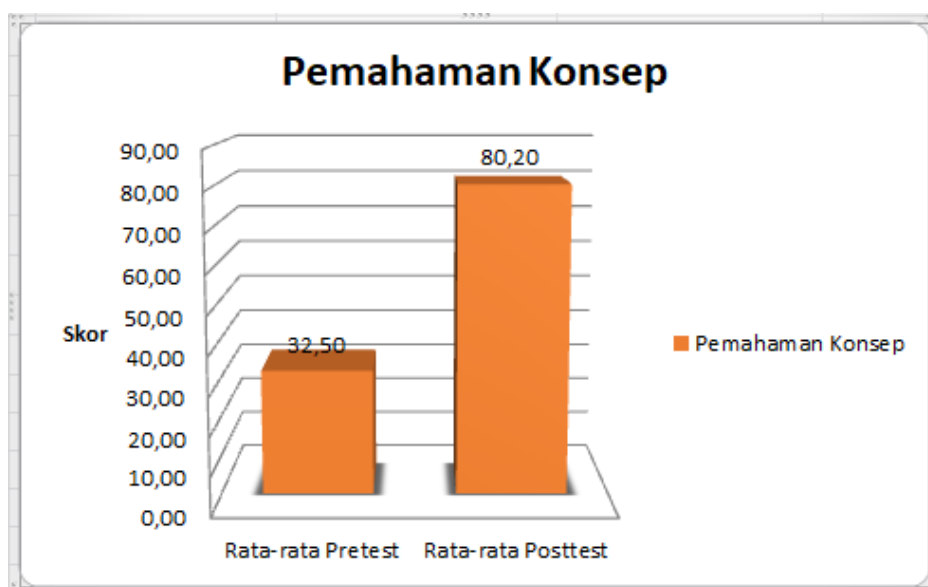
Aspek Materi	Penilaian	Kategori
Isi	3,51	Sangat baik
Bahasa	3,55	Sangat baik
Penyajian	3,56	Sangat baik
Rata-rata	3,54	Sangat baik

Kemudian untuk peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi Hukum Archimedes dapat diamati pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis *N-Gain*

	<i>Gain Score</i>
Jumlah	17
Rata-rata	0,69
Kriteria	Tinggi

Tabel 6 dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2 pada nilai *pretest* dan *posttest*.

**Gambar 2** Grafik Pemahaman Konsep Hukum Archimedes

Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan lembar kerja praktikum yang terintegrasi dengan Virtual Laboratory PhET pada materi Hukum Archimedes. Setelah produk selesai dikembangkan, tahap selanjutnya adalah melakukan uji validasi materi dan media. Tujuan validasi ini untuk mengevaluasi kelayakan lembar kerja praktikum yang telah dirancang serta melakukan perbaikan berdasarkan saran dan komentar dari para

validator. Produk yang telah direvisi sesuai masukan ahli kemudian diujicobakan kepada mahasiswa.

Tahap *define* dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan dosen dan mahasiswa dalam pelaksanaan praktikum fisika umum, khususnya pada materi Hukum Archimedes. Pengembangan lembar kerja praktikum ini mengacu pada RPS mata kuliah Fisika Umum. Integrasi Virtual Laboratory PhET bertujuan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam melakukan eksperimen virtual terkait gaya apung, massa jenis, serta kondisi benda terapung, melayang, dan tenggelam.

Konten dalam lembar kerja praktikum meliputi tujuan praktikum, landasan teori Hukum Archimedes, langkah kerja berbasis simulasi PhET, kegiatan eksplorasi variabel, analisis data, serta pertanyaan pemahaman konsep. Mahasiswa diarahkan untuk memanipulasi parameter pada simulasi, mengamati perubahan gaya apung, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan virtual. Setelah tahap pengembangan selesai, produk kemudian divalidasi oleh beberapa ahli. Hasil penilaian dan saran dari validator digunakan sebagai dasar perbaikan hingga produk dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran.

Pada aspek media, rata-rata penilaian dari para ahli adalah 3,51 dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi Virtual Laboratory PhET dalam lembar kerja praktikum dinilai efektif dari segi tampilan, sistematika, dan keterpaduan aktivitas praktikum. Sementara itu, pada aspek materi yang mencakup kelayakan isi, kebahasaan, dan penyajian, diperoleh rerata skor 3,54 dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, lembar kerja praktikum yang dikembangkan dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran Fisika Umum pada materi Hukum Archimedes.

Hasil validasi menunjukkan bahwa integrasi Virtual Laboratory PhET mampu mendukung visualisasi konsep gaya apung secara lebih konkret dan interaktif. Simulasi memungkinkan mahasiswa mengamati fenomena yang sulit dilakukan secara langsung di laboratorium fisik, serta memberikan kesempatan eksplorasi variabel secara fleksibel. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menyatakan bahwa laboratorium virtual efektif dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa serta membantu memahami konsep-konsep abstrak dalam fisika.

Selanjutnya, uji coba dilakukan untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep mahasiswa mengenai Hukum Archimedes. Mahasiswa diberikan tes

pemahaman konsep dalam bentuk *pretest* dan *posttest*. Hasil analisis *n-gain* menunjukkan rata-rata sebesar 0,69 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan lembar kerja praktikum terintegrasi Virtual Laboratory PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa.

Pengembangan lembar kerja praktikum berbasis Virtual Laboratory PhET merupakan salah satu inovasi pembelajaran fisika di perguruan tinggi (Mahardika et al., 2022). Materi Hukum Archimedes yang sering dianggap abstrak dapat divisualisasikan secara dinamis melalui simulasi interaktif (Utama, 2025). Selain meningkatkan pemahaman konseptual, pengembangan ini juga memberikan pengalaman belajar berbasis teknologi bagi mahasiswa pendidikan kimia maupun fisika, sehingga dapat menjadi referensi dalam merancang pembelajaran inovatif ketika mereka menjadi pendidik di masa depan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil rekapitulasi pengujian kelayakan yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, serta respon mahasiswa dan analisis data yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa validasi lembar kerja praktikum yang terintegrasi Virtual Laboratory PhET memperoleh rerata nilai sebesar 3,51 dari ahli media dengan kategori sangat baik. Sementara itu, hasil validasi oleh ahli materi memperoleh rerata nilai sebesar 3,54 yang juga berada pada kategori sangat baik.

Selanjutnya, berdasarkan hasil uji coba lapangan, peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi Hukum Archimedes setelah menggunakan lembar kerja praktikum terintegrasi Virtual Laboratory PhET berada dalam kategori tinggi, dengan nilai rerata *n-gain* sebesar 0,69. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa lembar kerja praktikum yang dikembangkan layak digunakan sebagai panduan kegiatan praktikum sekaligus sebagai media pembelajaran inovatif dalam perkuliahan Fisika Umum, khususnya pada materi Hukum Archimedes.

Mengacu pada hasil dan kesimpulan penelitian, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diajukan: (1) Lembar kerja praktikum yang dikembangkan masih berfokus pada materi Hukum Archimedes, sehingga penelitian selanjutnya dapat mengembangkan integrasi Virtual Laboratory PhET pada materi fisika lainnya; (2) Pengembangan selanjutnya disarankan untuk melengkapi instrumen penilaian yang tidak hanya mengukur aspek kognitif, tetapi juga aspek afektif seperti minat,

motivasi, dan sikap mahasiswa terhadap pembelajaran berbasis laboratorium virtual;
(3) Penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan jangka waktu yang lebih panjang serta melibatkan lebih banyak perguruan tinggi agar diperoleh gambaran efektivitas produk secara lebih komprehensif.

Referensi

- Alam, N. (2022). Quantum teaching pada mata pelajaran fisika di MAN 2 Model Makassar (Quantum teaching in physics courses at MAN 2 Model of Makassar). *Uniqbu Journal of Exact Sciences*, 3(1), 29–39. <https://doi.org/10.47323/ujes.v3i1.192>
- Alfahinsa, M. Z. ., & Fauziah, A. N. M. (2025). Analisis Respon Siswa Terhadap Media Simulasi Pada Materi Suhu dan Kalor. *PENSA E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 13(3), 85–92.
- Anggraini, A. T., & Zulkarnaen, Z. (2025). Inkuiri dan PhET: Kombinasi Ampuh Untuk Pembelajaran IPA yang Aktif dan Interaktif di SMPN 15 Kota Bima. *Strategy: Jurnal Inovasi Strategi Dan Model Pembelajaran*, 5(2), 79–90. <https://doi.org/10.51878/strategi.v5i2.4956>
- Arumningtyas, N., Budiyanto, M., & Purnomo, A. R. (2022). Penerapan Virtual Laboratory untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa di Masa Pandemi. *PENSA E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 246–252. <https://doi.org/10.26740/pensa.v10i2.45056>
- Hanikah, H., Mutiara, H., Utami, G., Hanifah, H., Rohmawati, I., & Siregar, I. (2025). PhET Virtual Simulation Training To Improve Teacher Competence at SMPN 1 Plered. *SOSCIED*, 8(1), 107–115. <https://doi.org/10.32531/jsociet.v8i1.931>
- Mahardika, I. K., Camelia, E., Fatikhah, I. A., Naufal, F. A., Pratiwi, R., Fadilah, R., & Yusmar, F. (2022). Efektivitas PhET Simulation Sebagai Media Pembelajaran Fisika Dasar I Mahasiswa S1 Pendidikan IPA. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(23), 463–468. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7421510>
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A Possible “Hidden Variable” in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1269.
- Ramadani, G., Wahyuni, N., Fajari, A., Mahardika, I. K., Ernasari, E., & Handono, S. (2024). Peranan Metode Ilmiah Dalam Pengembangan Pendidikan Fisika. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(9), 217–222. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11177392>
- Solihin, A., Choirunnisa, N. L., & Mintohari, M. (2024). Eksplorasi Etnosains Monumen Kapal Selam Surabaya Sebagai Sumber Belajar IPAS Sekolah Dasar. *Jurnal Review Pendidikan Dasar*, 10(2), 137–148. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v10n2.p137-148>
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Utama, R. (2025). Review Software Simulasi Untuk Pembelajaran Fisika Interaktif. *JPFT*

(*Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*), 13(2), 95-106.
<https://doi.org/10.22487/jpft.v13i2.4484>

Widoyoko, E. . (2011). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Belajar.