



## Implementasi *Discovery Learning* Berbantuan PhET untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Materi Energi Alternatif

Lafayza Linggar Valianty<sup>1</sup>, Tiara Husnul Khotimah<sup>2</sup>, Heni Rusnayati<sup>1</sup>

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi XI)

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

16 Agustus 2025

### Abstrak

Pemahaman konsep peserta didik pada materi energi alternatif masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh minimnya keterlibatan peserta didik dalam proses belajar dan kurang menariknya media pembelajaran yang digunakan di dalam kelas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada materi energi alternatif setelah dilakukan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi interaktif PhET. Metode penelitian yang digunakan adalah quasi-experiment dengan desain one-group pretest-posttest. Sampel terdiri dari 36 peserta didik kelas X SMA di Kota Bandung. Instrumen yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep adalah tes uraian yang diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran. Data dianalisis menggunakan gain ternormalisasi untuk mengetahui besar peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Hasil analisis menggunakan gain ternormalisasi menunjukkan pada angka 0,9 yang terkategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan PhET. Penelitian lanjutan dapat menguji efektivitas model serupa pada jenjang yang berbeda dan pada materi pembelajaran lainnya guna memperluas temuan.

**Kata Kunci:** *Discovery Learning* · PhET · Energi Alternatif · Pemahaman Konsep · Pembelajaran Interaktif

### PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah atas sering kali menghadapi tantangan dalam menjelaskan konsep-konsep yang abstrak dan tidak kasat mata, salah satunya adalah materi energi alternatif (Santoso et al., 2021). Materi ini menuntut pemahaman mendalam tentang prinsip konservasi energi dan berbagai sumber daya terbarukan. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik pada materi energi alternatif masih tergolong rendah (Astutik & Susanti, 2020; Rahmah et al., 2022). Peserta didik cenderung menjadi penerima informasi pasif, yang berujung pada kesulitan dalam mengaitkan teori dengan aplikasi nyata dan terjadinya miskonsepsi (Maulida et al., 2021). Hal ini berdampak pada rendahnya minat dan motivasi belajar peserta didik terhadap mata pelajaran fisika. Kebutuhan akan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual menjadi

---

✉ Lafayza Linggar Valianty    Heni Rusnayati  
lafayzalv@gmail.com        heni@upi.edu

Tiara Husnul Khotimah  
tiara.husnul@unj.ac.id

<sup>1</sup> Physics Education Study Program, Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung, Indonesia.

<sup>2</sup> Mathematics Education Study Program, Universitas Negeri Jakarta. Jakarta, Indonesia.

---

**How to Cite:** Valianty, L. L., Khotimah, T. H., & Rusnayati, H. (2025). Implementasi *Discovery Learning* Berbantuan PhET untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Materi Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 4(1), 100-107.

<https://proceedings.fisikaupi.id/index.php/sinafi/>

semakin penting untuk membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual yang lebih bermakna.

Model pembelajaran yang berbasis penemuan telah banyak diteliti mampu meningkatkan daya serap peserta didik terhadap materi fisika yang bersifat abstrak (Gunawan et al, 2017). Salah satu alternatif solusi adalah penerapan model pembelajaran *Discovery Learning* yang dikembangkan berdasarkan prinsip konstruktivisme. Model ini menekankan pada keterlibatan aktif peserta didik dalam menemukan sendiri konsep melalui proses eksplorasi, pengamatan, dan penyimpulan (Bruner, 1961). Model ini terbukti mendorong peserta didik untuk aktif berpikir dan mencari solusi atas suatu permasalahan yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Penelitian Pujiningsih et al. (2022) menunjukkan bahwa model *Discovery Learning* yang dipadukan dengan media PhET efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik dan menjadikan pembelajaran fisika lebih menarik dan bermakna.

PhET *Interactive Simulations*, sebuah platform simulasi interaktif yang dikembangkan oleh *University of Colorado Boulder*, menawarkan visualisasi fenomena fisika yang menarik dan interaktif (Wieman & Perkins, 2020). Simulasi ini memungkinkan peserta didik untuk memanipulasi variabel dan mengamati langsung efeknya, sehingga dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik (Saputro & Suparmi, 2018; Yuliati & Fauziah, 2021). Banyak penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan PhET mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan motivasi belajar peserta didik (Heron & McDermott, 2021; Pujiningsih et al., 2022). Manfaat ini juga termasuk peningkatan keterlibatan kognitif, pengurangan miskonsepsi, dan fleksibilitas dalam penerapan baik secara mandiri maupun kolaboratif (Hamamous & Benjelloun, 2023). PhET juga menjadi solusi ekonomis untuk sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium (Ekananda & Permana, 2022).

Dengan melihat berbagai temuan tersebut, integrasi model *Discovery Learning* dengan simulasi PhET menjadi suatu pendekatan yang tidak hanya relevan secara teoritis, tetapi juga aplikatif secara empiris dalam konteks pembelajaran fisika di Indonesia. Namun demikian, meskipun manfaat PhET telah banyak dilaporkan, masih diperlukan kajian empiris yang lebih mendalam mengenai efektivitas integrasi PhET ke dalam model *Discovery Learning*, khususnya dalam konteks pembelajaran energi alternatif di tingkat SMA. Penelitian ini menjadi penting karena guru perlu strategi pembelajaran yang tidak hanya efektif dalam menyampaikan materi, tetapi juga mampu membentuk cara berpikir ilmiah dan kemandirian belajar peserta didik. Dalam konteks ini, peran guru sebagai fasilitator dan pembimbing menjadi krusial dalam mengarahkan peserta didik menemukan sendiri pemahaman yang mendalam (Suyono & Hariyanto, 2014).

Meskipun manfaat pembelajaran *Discovery Learning* dan PhET telah banyak dilaporkan, penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan PhET ke dalam model *Discovery Learning* masih terbatas, terutama dalam konteks materi energi alternatif di tingkat SMA di Indonesia. Sebagian besar penelitian yang ada cenderung fokus pada efektivitas PhET secara umum atau hanya pada model pembelajaran tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk mengisi celah tersebut. *Novelty* dari penelitian ini terletak pada hasil penggabungan antara model *Discovery Learning* yang mendorong pemahaman konsep dengan media PhET yang memfasilitasi visualisasi konsep abstrak, secara spesifik pada topik yang sering menjadi tantangan bagi peserta didik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada materi energi alternatif setelah diberikan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi interaktif PhET. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan inovasi pembelajaran fisika yang lebih interaktif dan kontekstual. Hasil penelitian juga dapat digunakan sebagai dasar bagi pengembangan media dan model pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan kualitas pendidikan fisika di tingkat sekolah menengah.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode *pre-experiment* menggunakan desain *one-group pretest -posttest* (Sugiyono, 2019). Desain ini dipilih karena sesuai untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan terhadap satu kelompok yang sama sebelum dan sesudah diberikan perlakuan (Fraenkel et al., 2012). Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Populasi penelitian ini merupakan seluruh peserta didik kelas X salah satu SMA di Kota Bandung. Sampel penelitian ini terdiri dari 36 peserta didik kelas X SMA di Kota Bandung. Pemilihan sampel ini dilakukan menggunakan teknik *convenience*, di mana sampel dipilih berdasarkan pemilihan oleh sekolah. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran *Discovery Learning* dengan berbantuan PhET, sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah peningkatan pemahaman konsep peserta didik yang tercermin dari *pretest* dan *posttest*.

Data dari penelitian ini dikumpulkan dengan metode tes yang menggunakan tes uraian. Tes uraian dipilih karena memungkinkan peserta didik untuk menjelaskan pemahaman secara mendalam, bukan hanya memilih jawaban yang benar dari pilihan yang tersedia. Tes diberikan dua tahap, yaitu sebelum pembelajaran (*pretest*) dan sesudah pembelajaran (*posttest*). *Pretest* dilakukan sebelum diberikannya pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan PhET yang bertujuan untuk mengetahui pengetahuan awal peserta didik sebelum diberikannya materi pembelajaran. *Posttest* dilakukan sesudah diberikannya pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan PhET yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi energi alternatif. Instrumen tes telah dilakukan uji coba. Hasil validitas konstruk menggunakan korelasi *product moment* menunjukkan tes tersebut valid dan hasil reabilitas menunjukkan tes tersebut reliabel.

Data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui normalitas distribusi.

Persamaan Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*.

$$W = \frac{[\sum_{i=1}^n a_i (x_{n-i+1} - x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Kemudian data *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan gain ternormalisasi untuk mengetahui besar peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Rumus *N-Gain* dan kategori yang digunakan sebagai berikut (Hake, 1998).

Persamaan *N-Gain*

$$\langle g \rangle \geq \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}} \quad (2)$$

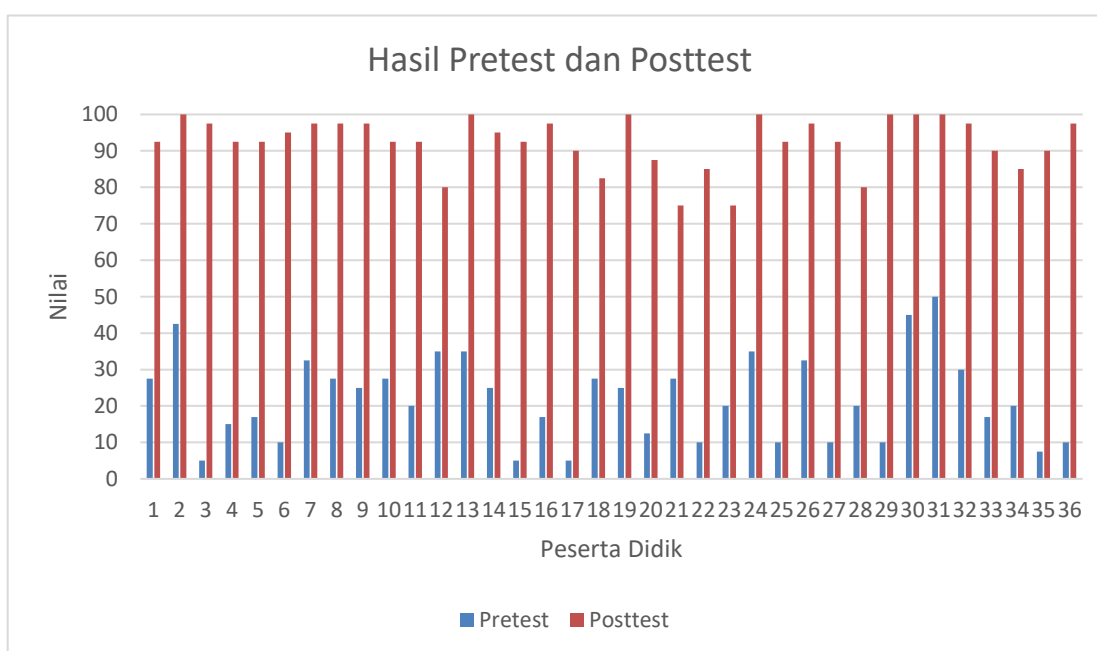
Tabel 1. Kategori nilai *N-Gain* dan Interpretasinya

Interval Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian dari tes pemahaman konsep peserta didik ini diperoleh dari pemberian tes awal (*pretest*) sebelum diberikan perlakuan dengan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan PhET dan tes akhir (*posttest*) setelah diberikan perlakuan dengan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan PhET. Hasil rekapitulasi *pretest* dan *posttest* untuk tes pemahaman konsep seluruh peserta didik disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram batang hasil *Pretest* dan *Posttest* Peserta Didik

Uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk dalam perhitungan menggunakan Microsoft Excel dengan ukuran sampel (N) 36 dan nilai signifikansi ( $\alpha$ ) 0,05. Untuk mengetahui data terdistribusi normal atau tidak adalah jika  $W_{hitung} > W_{tabel}$  maka data terdistribusi normal dan jika  $W_{hitung} < W_{tabel}$  maka data tidak terdistribusi normal. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman konsep peserta didik. Nilai rata-rata *pretest* 21,97, sedangkan nilai rata-rata *posttest* meningkat menjadi 92,50. Peningkatan ini juga terlihat dari nilai terendah *pretest* (5) dan *posttest* (75) serta nilai tertinggi *pretest* (50) dan *posttest* (100). Data uji normalitas serta hasil *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data *Pretest* dan *Posttest*

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Nilai Tertinggi	50	100
Nilai Terendah	5	75
Nilai Rata-Rata	21,97	92,50
$W_{hitung}$	0,948	0,863
$W_{tabel}$	0,935	0,935

Selanjutnya, data hasil *pretest* dan *posttest* diolah untuk perhitungan N-Gain yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil N-Gain

Data	N-Gain <g>	Kategori
<i>Pretest</i>	0,9	Tinggi
<i>Posttest</i>		

Analisis N-Gain memperkuat hasil penelitian yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman konsep peserta didik, dengan nilai N-Gain rata-rata 0,9 yang termasuk dalam kategori tinggi.

### Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada materi energi alternatif setelah dilakukan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi interaktif PhET. Kegiatan pembelajaran dirancang berdasarkan karakteristik model pembelajaran *Discovery Learning* dan dibantu oleh simulasi interaktif PhET untuk membantu membangun pemahaman konsep peserta didik pada materi energi alternatif terutama pada perubahan energi yang digunakan pada pemanfaatan energi terbarukan. Berdasarkan hasil uji normalitas yang terdapat pada Tabel 2, diperoleh  $W_{hitung}$  pada *pretest* bernilai lebih besar daripada  $W_{tabel}$  sehingga menginformasikan bahwa data terdistribusi normal. Namun, diperoleh  $W_{hitung}$  pada *posttest* bernilai lebih kecil daripada  $W_{tabel}$  sehingga menginformasikan bahwa data tidak terdistribusi normal.

Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data *posttest* tidak terdistribusi normal. Ketidakteraturan distribusi ini dapat disebabkan oleh efek perlakuan yang besar sehingga nilai *posttest* peserta didik cenderung tinggi dan mendekati skor maksimum. Hal ini serupa dengan temuan Novita et al. (2020) yang menyebutkan bahwa intervensi pembelajaran yang sangat efektif dapat menyebabkan penyebaran data menjadi tidak normal karena skor akhir peserta didik homogen. Sementara itu, Zaini dan Kurniawan (2019) menyatakan bahwa dalam konteks pembelajaran sains, peningkatan yang drastis dalam penguasaan konsep dapat memengaruhi distribusi data *posttest*. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan pendekatan analisis non parametrik dalam kondisi seperti ini sebagaimana disarankan oleh Siregar (2017).

Dari Gambar 1, menginformasikan diagram batang berwarna biru merupakan nilai *pretest* dan diagram batang berwarna merah merupakan nilai *posttest*. Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa nilai *posttest* seluruh peserta didik mengalami peningkatan dalam penguasaan konsepnya dibandingkan dengan nilai *pretest*. Pada Tabel 2 menunjukkan nilai terendah dan nilai tertinggi dari *pretest* dan *posttest* yang diperoleh peserta didik. Dari tabel tersebut, diketahui bahwa data hasil *pretest* memperoleh nilai terendah 5 dan nilai tertinggi 50 dengan nilai rata-rata 21,97. Sedangkan data hasil *posttest* memperoleh nilai terendah 75 dan nilai

tertinggi 100 dengan rata-rata 92,50. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa nilai *posttest* seluruh peserta didik mengalami peningkatan dalam penguasaan konsepnya dibandingkan dengan nilai *pretest*. Didukung dengan Tabel 3 yang menginformasikan bahwa penguasaan konsep peserta didik mengalami peningkatan pada kategori tinggi ( $\langle g \rangle = 0,9$ ) setelah dilakukan pembelajaran dengan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan PhET. Hasil ini mengindikasikan bahwa model *Discovery Learning* berbantuan PhET yang diterapkan mampu memberikan peningkatan terhadap pemahaman konsep peserta didik terutama pada materi energi alternatif.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan PhET berperan penting dalam membangun pemahaman konseptual peserta didik. Simulasi PhET memberikan visualisasi terhadap konsep-konsep yang bersifat abstrak sehingga memudahkan peserta didik dalam melakukan pengamatan, eksplorasi, serta menemukan keterkaitan antar konsep secara mandiri (Marpaung et al., 2025). Hal ini sejalan dengan penelitian Pujiningsih et al. (2022) yang menunjukkan bahwa PhET mendukung proses pembelajaran berbasis konstruktivisme melalui eksperimen virtual yang interaktif, aman, dan menyenangkan.

Lebih lanjut, model *Discovery Learning* yang diterapkan dalam penelitian ini melibatkan enam tahapan pembelajaran, yaitu stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi. Pada tahapan pengumpulan data, PhET berperan sebagai media eksplorasi di mana peserta didik dapat mengamati antara sumber energi dengan perubahan energinya, seperti energi matahari berubah menjadi energi listrik. Aktivitas ini tidak hanya meningkatkan keterampilan observasi dan berpikir kritis peserta didik, tetapi juga mengarahkan peserta didik pada proses berpikir ilmiah.

Sesuai dengan temuan Zahara et al. (2015) dan Nurulhidayah et.al (2020), pembelajaran berbasis *Discovery Learning* yang dibantu oleh media PhET terbukti mampu meningkatkan hasil belajar dan mengurangi miskonsepsi. Hal ini didukung pula oleh hasil penilain Farid et al. (2018) yang menyatakan bahwa integrasi simulasi virtual ke dalam pembelajaran berbasis penemuan secara signifikan memperkuat daya ingat dan penguasaan konsep peserta didik.

Dengan demikian, temuan dalam penelitian ini memperkuat bukti bahwa model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan PhET dapat menjadi strategi efektif dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi energi alternatif. Tidak hanya meningkatkan penguasaan konsep, tetapi juga mendorong peserta didik untuk belajar secara aktif, kritis, dan mandiri melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan berbasis teknologi.

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan PhET memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada materi energi alternatif. Hal ini ditunjukkan oleh adanya peningkatan skor *posttest* dibandingkan *pretest*, serta nilai gain ternormalisasi sebesar 0,9 yang termasuk dalam kategori tinggi.

Berdasarkan penelitian ini, disarankan guru terutama fisika dapat menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan PhET dalam pembelajaran energi alternatif maupun materi fisika lainnya, terutama yang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan secara langsung. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan melibatkan variasi jenjang pendidikan,

karakteristik peserta didik yang berbeda, atau membandingkan model ini dengan pendekatan pembelajaran lainnya yang memperluas cakupan temuan.

## REFERENCES

- Astutik, S., & Susanti, I. (2020). Pengaruh Media Interaktif Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Energi Alternatif. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(2), 85–91.
- Bruner, J. S. (1961). The Act of Discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21–32.
- Djamas, D., Fauzan, A., & Puspitasari, D. (2021). The Effect of *Discovery Learning* Model Assisted By *Interactive Simulations* on Students' Understanding of Concepts in Physics Learning. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(1), 1–7.
- Ekananda, A., & Permana, H. (2022). Pengembangan Media Phet Berbasis Android untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Energi dan Usaha. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 11(2), 185–194.
- Farid, A., Hadi, S., & Isnandar, I. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Phet Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa SMA Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 4(1), 11–18.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gunawan, G., Harjono, A., & Sahidu, H. (2017). Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(1), 11–19.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hamamous, A., & Benjelloun, N. (2023). Influences of The Effective Use of A Computer Simulation on Learning in Physical Science. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(3), 1591–1598.
- Heron, P. R. L., & McDermott, L. C. (2021). The Impact of Collaborative Learning with *Interactive Simulations* on Students' Understanding of Physics Concepts. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 020110.
- Maulida, R., Sari, I. P., & Rahayu, S. (2021). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Energi Terbarukan Menggunakan Three-Tier Test. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 7(1), 12–19.
- Marpaung, T. C., Nopitasari, P., Simbolon, R. N., Suyanti, R. D., & Pardosi, S. M. (2025). Pemanfaatan Simulasi Phet Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pada Materi Getaran Dan Gelombang. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(11).
- Novita, D., Ramdani, A., & Sulastri, E. (2020). Analisis Distribusi Data Hasil Belajar Siswa Setelah Penerapan Model Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 11(1), 45–52.
- Nurulhidayah, N., Setiawan, A., & Yusuf, S. (2020). Penerapan *Discovery Learning* Berbantuan Phet untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Listrik Statis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 89–96.
- Pujiningsih, A.L.M., Gunawan, A., & Adi, Y.K. (2022). Pengaruh Penggunaan Model Discovery Learning Berbantuan PhET Simulations Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education*, 6(1), 10–13.
- Rahmah, N., Hasanah, R., & Fauzi, A. (2022). Analisis Miskonsepsi Siswa Pada Konsep Energi Alternatif Menggunakan Three-Tier Diagnostic Test. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 11(1), 121–132.
- Santoso, B., Widodo, S., & Purwanto, A. (2021). Penguasaan Konsep Energi Alternatif Siswa SMA dan Implikasinya Terhadap Pembelajaran Berbasis STEM. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(1), 42–50.

- Saputro, B. A., & Suparmi, S. (2018). *Discovery Learning Model with Phet Simulation to Improve Critical Thinking Skill. Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1), 012036.
- Siregar, E. (2017). *Statistika Pendidikan Untuk Analisis Data Kuantitatif*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suyono, & Hariyanto. (2014). *Belajar dan Pembelajaran: Teori dan Praktik*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2020). Transforming Physics Education Using *Interactive Simulations. Physics Today*, 73(1), 40–45.
- Yuliati, L., & Fauziah, R. (2021). Phet Simulation as an Effective Medium to Develop Students' Understanding of Energy. *International Journal of Instruction*, 14(1), 21–36.
- Zahara, U. A., Rosidin, U., & Abdurrahman, A. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Penemuan Terbimbing Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Pemahaman Konsep dan Sikap Ilmiah. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(4), 280–288.
- Zaini, M., & Kurniawan, D. (2019). Efek Peningkatan Penguasaan Konsep Terhadap Bentuk Distribusi Data Dalam Evaluasi Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(2), 89–95.