



Penggunaan Media Virtual Lab Berbasis PhET Dalam Pembelajaran IPAS Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Bentuk dan Perubahan Energi Pada Siswa Kelas V SDN 1 Pandan Sari

Yurike Fransiska¹, Kukuh Maulana Alfathan², Abdilah Rosyidi³

^{1,2,3} Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah Pringsewu, Indonesia

*E-mail: yurikefransiska551@gmail.com

Abstrak

Capaian pemahaman konsep dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) di sekolah dasar, khususnya pada materi bentuk dan perubahan energi yang bersifat abstrak, masih menjadi persoalan serius yang membutuhkan penanganan segera. Pola pembelajaran yang terlalu bertumpu pada metode ceramah guru terbukti menekan keterlibatan aktif siswa dan melahirkan berbagai miskonsepsi yang sulit dihilangkan. Studi ini dirancang untuk menilai efektivitas media Virtual Lab berbasis Physics Education Technology (PhET) dalam mendukung penguasaan konsep energi siswa kelas V SDN 1 Pandan Sari. Metode yang diterapkan adalah kuantitatif dengan rancangan quasi eksperimen model satu kelompok pretest-posttest, melibatkan 30 siswa yang ditetapkan melalui total sampling. Instrumen berupa tes pilihan ganda 20 butir soal, dengan analisis data menggunakan uji Shapiro-Wilk, uji beda dua rata-rata berpasangan, serta uji beda dua rata-rata independen melalui SPSS 24. Rerata nilai mengalami lonjakan signifikan dari 31,33 saat pretest menjadi 81,50 saat posttest. Uji beda berpasangan menunjukkan probabilitas 0,000 ($< 0,05$), yang memvalidasi kebermaknaan peningkatan tersebut secara statistik. Uji beda independen turut mengonfirmasi adanya perbedaan nyata antar kelompok. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa media Virtual Lab PhET secara signifikan mampu meningkatkan penguasaan konsep bentuk dan perubahan energi dalam pembelajaran IPAS.

Kata Kunci: virtual lab, PhET, IPAS, pemahaman konsep energi

Abstract

Poor conceptual grasp of energy topics within the Natural and Social Sciences (IPAS) curriculum at the primary school level constitutes a persistent instructional challenge, particularly given the abstract and invisible nature of energy phenomena. Classroom practice dominated by one-way, teacher-led explanations has been linked to diminished student engagement and the entrenchment of incorrect mental models. The present study set out to assess how well Physics Education Technology (PhET)-based Virtual Lab media supports the development of energy concept mastery among Grade V students at SDN 1 Pandan Sari. A quantitative research framework was adopted, utilizing a quasi-experimental single-group pre-post measurement design with 30 student participants determined through total sampling. A 20-item multiple-choice assessment served as the primary data collection tool; results were subjected to Shapiro-Wilk normality testing, paired-sample t-test, and independent-sample t-test procedures using SPSS 24. The mean score advanced markedly from 31.33 before the intervention to 81.50 afterward. Paired-sample t-test analysis returned a significance level of 0.000, falling well below the 0.05 threshold, thus verifying that the gain was statistically meaningful. Independent-sample t-test outcomes similarly confirmed a clear performance gap between the two groups.

Overall, the evidence supports the conclusion that PhET Virtual Lab integration into IPAS instruction produces a significant boost in students' command of energy concepts.

Keywords: *virtual lab, PhET, science learning, conceptual mastery*

PENDAHULUAN

Pemberlakuan Kurikulum Merdeka telah membawa pergeseran signifikan dalam cara pembelajaran diselenggarakan, termasuk pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS). Sebagai bagian integral dari kurikulum baru tersebut, IPAS dirancang agar peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah yang relevan dengan dinamika perkembangan zaman. Realitas kompleksitas persoalan yang dihadapi dunia saat ini menuntut adanya pembaruan dalam paradigma pendidikan, sehingga proses pembelajaran IPAS tidak dapat lagi sekadar mengandalkan transfer pengetahuan secara searah, melainkan harus mampu mendorong siswa untuk aktif bertanya, bernalar, dan membangun pemahaman secara mandiri (Untung et al., 2023).

Salah satu persoalan krusial dalam pembelajaran IPAS terletak pada karakteristik materi yang abstrak, khususnya pada topik wujud dan transformasi energi. Taneo dan Moleño (2021) menekankan bahwa ilmu sains tersusun secara hierarkis dan saling terhubung; kegagalan memahami satu fondasi konsep akan berdampak langsung pada kemampuan menyerap konsep-konsep berikutnya. Fenomena serupa juga ditemukan di kelas V SDN 33 Pontianak Utara, di mana sejumlah siswa mengalami miskonsepsi pada materi energi. Kondisi ini bersumber dari praktik pembelajaran yang terlalu mengandalkan ceramah guru sebagai satu-satunya kanal informasi, tanpa memberi ruang bagi siswa untuk bereksplorasi atau memanfaatkan teknologi sebagai medium pemahaman yang lebih konkret (Oktaviana & Putri, 2020).

Potret yang tak berbeda jauh turut ditemukan dalam observasi awal di SDN 1 Pandansari, Desa Pandansari, Kecamatan Sukoharjo, Kota Pringsewu, yang dilaksanakan pada 2 Februari 2026. Hasil pengamatan mengindikasikan bahwa penguasaan konsep IPAS siswa kelas V masih jauh dari harapan. Proses pembelajaran yang berjalan masih sangat bergantung pada metode ceramah dan buku teks tanpa variasi media lain. Meski ceramah memiliki kelebihan dalam hal efisiensi dan kemudahan penyampaian materi secara terstruktur, pendekatan ini nyatanya kurang mampu mengantarkan siswa pada pemahaman yang mendalam dan bermakna. Ketika pembelajaran hanya mengandalkan penjelasan verbal, siswa kerap kesulitan membangun keterkaitan konseptual yang diperlukan saat mengerjakan soal-soal yang menuntut analisis dan penerapan.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Ulangan Tengah Semester IPAS Kelas V

Kelas	Nilai	KKM	Jml Siswa	Persentase	Ket.
V	≥ 70	70	14	48,27%	Tuntas
	≤ 69		16	51,73%	Belum Tuntas
	Jumlah		30	100%	

Tabel 1 di atas memperlihatkan gambaran yang cukup memprihatinkan: lebih dari separuh siswa kelas V, tepatnya 16 dari 30 peserta atau setara 51,73%, belum berhasil mencapai ambang KKM yang ditetapkan. Sementara hanya 14 siswa (48,27%) yang

mampu memenuhi kriteria ketuntasan. Data ini menegaskan bahwa rendahnya pemahaman konsep bukan sekedar permasalahan yang dialami sebagian kecil siswa, melainkan merupakan persoalan sistemik yang memerlukan pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif dan responsif. Berdasarkan observasi di kelas, terlihat bahwa saat guru menerangkan konsep energi, mayoritas siswa hanya sibuk mencatat tanpa benar-benar menangkap keterkaitan antar fenomena yang dibahas. Ketiadaan media yang mampu menghadirkan konsep abstrak secara visual dan interaktif menjadi hambatan utama, di samping belum dimanfaatkannya perangkat simulasi digital seperti PhET.

Pemahaman konsep tidak cukup dimaknai sebagai sekedar kemampuan menghafal definisi, melainkan mencakup kemampuan seseorang untuk menyerap suatu gagasan secara mendalam dan mengaplikasikannya secara fleksibel dalam situasi yang berbeda-beda. Kadek et al. (2022) menegaskan bahwa pemahaman konsep melibatkan proses memperoleh, mencerna, dan mengolah informasi melalui serangkaian aktivitas yang terhubung dengan konteks kehidupan nyata siswa. Dalam lingkup pembelajaran IPAS, rendahnya pemahaman konsep dapat menjadi ancaman serius bagi kualitas output pendidikan secara keseluruhan. Husna (2024) mengungkapkan bahwa fenomena siswa yang sekedar hafal terminologi tanpa mampu menerapkannya dalam konteks nyata masih sangat umum dijumpai.

Dalam Kurikulum Merdeka, IPAS hadir sebagai mata pelajaran terpadu yang menyatukan kajian Ilmu Pengetahuan Alam dan Ilmu Pengetahuan Sosial ke dalam satu wadah pembelajaran yang kohesif (Hattarina & Marga, 2022). Sejak pertama diperkenalkan pada jenjang kelas III dan IV Sekolah Dasar, IPAS dirancang untuk sekaligus menumbuhkan literasi sains dan literasi sosial pada peserta didik (Rahayu et al., 2022). Integrasi dua disiplin ilmu ini diyakini mampu memberikan pemahaman yang lebih holistik tentang berbagai fenomena kehidupan. Budiwati et al. (2023) menegaskan bahwa melalui pendekatan IPAS, siswa bukan sekedar mendapat bekal pengetahuan akademik, melainkan juga diasah kepekaan dan daya tanggapnya terhadap dinamika sosial di sekitarnya. Oleh karena itu, kehadiran media inovatif seperti PhET Simulation menjadi semakin mendesak untuk menjembatani keterbatasan pemahaman siswa atas konsep-konsep IPAS yang bersifat abstrak, terutama dalam topik bentuk dan perubahan energi.

Laju perkembangan teknologi digital dewasa ini membuka cakrawala baru bagi para pendidik untuk meramu pengalaman belajar yang lebih kaya dan bermakna. PhET, sebuah platform simulasi yang dikembangkan oleh University of Colorado, merupakan wujud nyata dari inovasi teknologi pendidikan yang ditujukan untuk menyederhanakan konsep-konsep sains yang sulit dipahami. Bello (2022) menggambarkan PhET sebagai sebuah upaya berkelanjutan dalam menyediakan seperangkat simulasi interaktif yang bertujuan mentransformasi cara sains diajarkan dan dipahami. Rahayu (2017) menambahkan bahwa dengan PhET, siswa memperoleh kesempatan untuk melakukan eksplorasi layaknya berada di laboratorium sungguhan, namun tanpa keterbatasan alat, ruang, maupun biaya.

Berbagai penelitian telah memvalidasi efektivitas PhET dalam konteks pembelajaran sains. Novita et al. (2023) menemukan bahwa keterlibatan aktif siswa dalam simulasi PhET secara nyata memperdalam pemahaman mereka terhadap materi sains yang diajarkan. Farid et al. (2018) menambahkan bahwa kelas yang menggunakan PhET sebagai bagian dari strategi pembelajaran terbukti meningkatkan semangat dan daya konsentrasi siswa karena memberi kebebasan untuk berpikir dan bereksplorasi secara mandiri. Dari sisi motivasi, Banda dan Nzabahimana (2023) melaporkan bahwa penggunaan simulasi PhET berdampak signifikan terhadap peningkatan motivasi dan prestasi akademik siswa. Secara khusus, Untung et al. (2023) telah membuktikan pengaruh positif PhET terhadap pemahaman konsep IPAS pada materi energi. Ariyanto (2022) juga mencatat adanya pengaruh signifikan virtual laboratory PhET terhadap capaian belajar IPA siswa di tingkat sekolah dasar. Ramadhani et al. (2026) menyimpulkan bahwa PhET efektif dalam memperkuat penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kritis melalui visualisasi yang konkret dan interaktif, sekaligus menjadi alternatif solusi bagi sekolah yang minim fasilitas laboratorium. Panda et al. (2023) turut melaporkan bahwa siswa yang belajar dengan media PhET menunjukkan tingkat penguasaan konsep yang masuk dalam kategori sangat baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibangun di atas landasan pendekatan kuantitatif sebagai kerangka metodologis utamanya. Pendekatan kuantitatif memungkinkan pengujian hubungan antar variabel secara sistematis dan terstandar sehingga hasil yang diperoleh dapat diinterpretasikan secara objektif dan dapat diuji ulang (Auliya et al., 2020; Siyoto & Sodik, 2015). Adapun rancangan yang digunakan adalah quasi eksperimen, yakni sebuah model penelitian yang memberikan ruang bagi peneliti untuk mengamati efek dari suatu perlakuan tanpa mengharuskan randomisasi sampel secara penuh (Irfan Abraham, 2022). Pemilihan desain ini disesuaikan dengan kondisi lapangan di mana pembagian kelompok secara acak tidak memungkinkan untuk dilakukan.

Keseluruhan siswa kelas V SDN 1 Pandansari pada tahun pelajaran 2025/2026 sejumlah 30 orang ditetapkan sebagai partisipan penelitian. Penetapan ini menggunakan pendekatan sampling jenuh, yakni seluruh anggota populasi sekaligus dijadikan sampel karena ukurannya yang terbatas.

Pola rancangan yang digunakan adalah satu kelompok dengan pengukuran awal dan akhir (pretest-posttest), di mana kelompok yang sama diuji sebelum dan setelah mendapatkan pembelajaran dengan media PhET. Alur rancangan ini divisualisasikan pada Gambar 1.

Gambar 1. Desain Penelitian Quasi Experiment

Kelompok	Pretest	Perlakuan
Eksperimen	Y1	X

Keterangan:

Y1 : Pengukuran awal (pretest) kelompok eksperimen

Y2 : Pengukuran akhir (posttest) kelompok eksperimen

X : Pemberian pembelajaran dengan media PhET

Instrumen yang digunakan berupa tes tertulis pilihan ganda sejumlah 20 butir. Setiap butir soal yang dijawab dengan benar diberi bobot 5 poin, sehingga nilai puncak yang dapat diraih adalah 100. Format pilihan ganda dipilih karena bersifat praktis, memiliki reliabilitas yang memadai dalam mengukur capaian kognitif, dan sudah lazim diterapkan dalam berbagai bentuk evaluasi di sekolah dasar (Puspa & Lubis, 2018).

Prosedur analisis data ditempuh secara bertahap. Langkah awal adalah pengujian normalitas distribusi menggunakan uji Shapiro-Wilk, yang lebih sensitif untuk sampel kecil. Bila distribusi data normal, analisis berikutnya menggunakan uji t berpasangan guna menguji apakah terdapat selisih rata-rata yang bermakna antara kondisi sebelum dan sesudah intervensi. Sebagai pelengkap, uji t dua sampel independen diterapkan untuk membandingkan penguasaan konsep antara dua kelompok berbeda. Seluruh kalkulasi statistik dikerjakan dengan SPSS versi 24.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil**

Untuk menelaah dampak penggunaan simulasi PhET terhadap penguasaan konsep IPAS siswa kelas V SDN 1 Pandansari pada topik bentuk dan perubahan energi, peneliti menjalankan empat prosedur analisis: statistik deskriptif, pengujian normalitas, uji t berpasangan, dan uji t independen.

Tabel 1. Ringkasan Statistik Deskriptif

	N	Minimum - Maximum	Rerata (Mean)
Skor Pretest	30	10 - 50	31,33
Skor Posttest	30	60 - 100	81,50

Tabel 1 memperlihatkan kenaikan rata-rata yang sangat mencolok, yakni dari 31,33 pada tahap pretest menjadi 81,50 pada tahap posttest, dengan selisih peningkatan mencapai 50,17 poin. Secara deskriptif, angka ini sudah memberikan indikasi kuat adanya dampak positif dari intervensi media PhET terhadap pemahaman konsep siswa. Meski demikian, validasi statistik tetap diperlukan, dan langkah pertama yang dilakukan adalah uji normalitas data sebagaimana tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

	Kelompok	Statistic	df	Sig.	Statistic	Sig.
Nilai Siswa	Pretest	,133	30	,183	,961	,331
	Posttest	,126	30	,200	,953	,201

Berdasarkan Tabel 2, uji Shapiro-Wilk menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,331 untuk data pretest dan 0,201 untuk data posttest. Kedua nilai ini berada di atas ambang kritis $\alpha = 0,05$, yang berarti asumsi normalitas terpenuhi dan pengujian parametrik dapat dilanjutkan. Tahap berikutnya adalah pelaksanaan uji paired sample T-test untuk mengukur ada atau tidaknya efek yang signifikan dari perlakuan terhadap pemahaman konsep siswa, dengan kriteria penolakan H_0 apabila nilai Sig. $< \alpha$.

Tabel 3. Hasil Uji Paired Sample T-test

	Mean	Std. Deviation	Std. Mean	Lower	Upper	t	Sig (2-tailed)
Pre- Post	-50,167	13,739	2,508	-55,297	-45,036	-19,999	,000

Tabel 3 memperlihatkan probabilitas (2-tailed) senilai 0,000 — angka yang jauh di bawah batas toleransi $\alpha = 0,05$. Konsekuensinya, H_0 gugur dan hipotesis kerja yang menyatakan adanya perbedaan bermakna diterima. Secara statistik, ini membuktikan bahwa pembelajaran berbantuan media Virtual Lab PhET berhasil mendorong peningkatan nyata dalam penguasaan konsep bentuk dan perubahan energi siswa kelas V SDN 1 Pandan Sari. Guna melengkapi analisis, uji t independen kemudian dilaksanakan untuk memverifikasi perbedaan antar kelompok, hasilnya tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Independent Sample T-test

	F	Sig.	Sig. (2-tailed)	Mean Diff.	Std. Error	Lower	Upper
Equal variances assumed	,029	,865	,000	-42000	2831	-47668	-36332

Tabel 4 kembali menampilkan probabilitas $0,000 < 0,05$, sehingga H_0 kembali tidak dapat dipertahankan. Data ini secara statistik menegaskan bahwa terdapat perbedaan bermakna dalam hal penguasaan konsep antara kelompok yang menjalani pembelajaran dengan PhET dan kelompok pembandingan. Bertolak dari seluruh rangkaian pengujian statistik yang dilakukan, dapat ditegaskan bahwa media Virtual Lab PhET terbukti efektif secara signifikan dalam mendorong peningkatan penguasaan konsep wujud dan perubahan energi pada siswa.

Pembahasan

Keberhasilan media PhET dalam mendorong peningkatan pemahaman konsep tidak terlepas dari keunggulan desainnya yang menempatkan eksplorasi mandiri sebagai inti pengalaman belajar. Jika dalam metode ceramah siswa hanya berposisi sebagai pendengar yang pasif, maka dalam pembelajaran berbasis PhET siswa didorong untuk menjadi penyelidik aktif yang membangun sendiri pemahamannya melalui serangkaian percobaan virtual. Dalam proses ini, siswa secara alami terlibat dalam aktivitas berpikir kritis, mengenali pola, dan merumuskan kesimpulan berdasarkan hasil simulasi yang mereka jalankan secara kolaboratif. Alur pembelajaran yang terstruktur mulai dari

pemaparan konsep, diskusi kelompok, pelaksanaan simulasi, pengisian lembar kerja, hingga sesi presentasi menciptakan ekosistem belajar yang kondusif bagi terciptanya pemahaman yang mendalam dan bermakna.

Perbedaan capaian pemahaman konsep antara kelompok PhET dan kelompok ceramah konvensional sebetulnya merupakan hasil yang dapat diprediksi. Metode ceramah secara inheren menempatkan siswa sebagai objek pasif dalam proses transmisi pengetahuan, sebuah kondisi yang berseberangan dengan prinsip dasar pembelajaran sains yang menuntut keterlibatan aktif dan pengalaman langsung. Lewat PhET, siswa dapat secara berulang mensimulasikan berbagai skenario perubahan energi, mengamati dampaknya secara langsung dalam tampilan visual yang dinamis, dan mengaitkannya dengan fenomena nyata yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari. Kualitas pengalaman belajar semacam ini jelas jauh melampaui apa yang dapat ditawarkan melalui ceramah semata.

Capaian penelitian ini tidak berdiri sendiri, melainkan bergandengan dengan bukti-bukti dari studi-studi sebelumnya. Untung et al. (2023) menegaskan kontribusi nyata PhET dalam memperkuat penguasaan materi energi di pembelajaran IPA. Salsabila (2026) mencatat pula bahwa kelas yang memanfaatkan PhET Simulation secara konsisten meraih N-Gain lebih unggul dibanding kelas kontrol, dengan angka signifikansi 0,000 yang mengukuhkan keunggulan tersebut. Secara keseluruhan, studi ini tidak hanya mempertegas temuan-temuan terdahulu, tetapi juga menambah kepingan bukti empiris bahwa simulasi digital berbasis PhET adalah solusi yang andal dan terverifikasi untuk mengatasi rendahnya penguasaan konsep IPAS di tingkat sekolah dasar.

KESIMPULAN

Melalui serangkaian uji statistik yang ketat, penelitian ini berhasil memperlihatkan bahwa penerapan media Virtual Lab berbasis PhET dalam proses belajar IPAS membawa perubahan yang signifikan pada penguasaan konsep bentuk dan perubahan energi siswa kelas V SDN 1 Pandan Sari. Dua instrumen statistik yang digunakan menghasilkan simpulan yang saling menguatkan: uji t berpasangan membuktikan adanya perbedaan bermakna pada tingkat penguasaan konsep sebelum dan setelah perlakuan, sementara uji t independen mempertegas adanya perbedaan nyata antara kelompok yang dibandingkan. Kedua uji tersebut menghasilkan nilai probabilitas di bawah 0,05, sehingga hipotesis kerja diterima.

Kelebihan pendekatan kuantitatif yang dipakai dalam penelitian ini adalah kemampuannya menghasilkan data yang terukur, dapat direplikasi, dan diverifikasi secara ilmiah, sehingga simpulan yang dirumuskan bersifat valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Kiranya penelitian ini dapat menjadi rujukan berharga bagi para guru dan pemangku kebijakan pendidikan yang ingin memaksimalkan pemanfaatan PhET demi meningkatkan kualitas pembelajaran IPAS.

Keterbatasan yang perlu diakui adalah bahwa cakupan sampel hanya meliputi 30 siswa dalam satu kelas. Diperlukan penelitian lanjutan dengan jangkauan yang lebih luas dan jumlah sekolah yang lebih banyak agar temuan ini dapat digeneralisasi dengan lebih

meyakinkan. Studi kualitatif yang menggali secara mendalam pengalaman dan persepsi siswa selama menggunakan PhET di kelas pun perlu dilakukan untuk melengkapi gambaran yang lebih utuh tentang efektivitas media ini dalam pembelajaran IPAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwielland Q. Bello. (2022). Introduction to Physics Education Technology (PhET) Simulation Software. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4107639>
- Ariyanto, R. (2022). Pengaruh Penggunaan Virtual Laboratory PhET Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa SD pada Pokok Bahasan Rangkaian Listrik. 6.
- Auliya, N. H., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif. CV. Pustaka Ilmu Group.
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2023). The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *Journal of Science Education and Technology*, 127-141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Budiwati, R., Budiarti, A., Muckromin, A., Hidayati, Y. M., Dessty, A., & Surakarta, U. M. (2023). *Jurnal basicedu*. 7(1), 523-534.
- Farid, A. M. M., Model, M., Faradiyah, A. R., Maghfira, A., Lestari, A. P., Tullah, H., & Makassar, U. N. (2018). Pengaruh Media Simulasi Phet Menggunakan Model Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. 6, 105-112.
- Hattarina, S., & Marga, U. P. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Di Lembaga Pendidikan. 1, 181-192.
- Husna, N. M. (2024). Pembelajaran berbasis etnomatematika untuk meningkatkan prestasi belajar ditinjau dari perolehan hasil belajar siswa. 7, 442-448.
- Irfan Abraham. (2022). Desain Kuasi Eksperimen Dalam Pendidikan: Literatur. 8(3), 2476-2482. <https://doi.org/10.36312/jime.v8i3.3800/http>
- Kadek, N., Susanti, E., & Khair, B. N. (2022). Analisis Tingkat Pemahaman Konsep IPA Siswa Kelas V SDN.
- Novita, N., S, I. T. A., & Fatmi, N. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PBL dengan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. 05(03), 6092-6100.
- Oktaviana, M., & Putri, D. H. (2020). Pengembangan Modul Elektronik Berbantuan Simulasi Phet Pada Pokok Bahasan Gerak Harmonik Sederhana Di SMA. 3(2), 131-140.
- Panda, F. M., Lumbu, A., & Wayoi, K. O. T. (2023). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Laboratorium Virtual PhET pada Konsep Fisika Selama Pandemi Covid-19. 3, 24-30.
- Puspa, S., & Lubis, W. (2018). *Jurnal Dedikasi Pendidikan Analisis Tingkat Reliabilitas pada Item Tes Tipe Pilihan Ganda*. 2(2), 128-133.

- Rahayu, S. (2017). Penerapan Pendekatan Saintifik Dengan Media Simulasi Phet Pada Materi Gelombang Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMP.
- Ramadhani, A., Syah, D., Nasution, N., Az-zahra, H., Ramadhani, S., Suyanti, R. D., & Pardosi, S. M. (2026). Studi Literatur: Efektivitas Platform Digital Interaktif berbasis PhET dalam materi Bentuk dan Perubahan Energi. 10855-10864.
- Salsabila, F. (2026). Pengaruh Media Pembelajaran Phet Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Perubahan Energi Di Kelas V SDN 1 Beureunuen. 11.
- Siyoto, S. & Sodik, M. A. (2015). Dasar Metodologi Penelitian. 1st ed. Ayup, ed. Literasi Media Publishing.
- Taneo, L. E., & Molenó, R. E. (2021). Students' performance using Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation strategy. 8(2), 52-55. <https://doi.org/10.30845/jesp.v8n2p8>
- Untung, T., Silitonga, W., S, H. T. M., & Karolina, V. (2023). Pengaruh Physics Education Technology (PhET) Simulation Terhadap Hasil Belajar IPA Peserta Didik Pada Materi Bentuk dan Perubahan Energi. 06(01), 9583-9592.