

Penerapan *Website PhET* sebagai Media Pembelajaran Interaktif untuk Menumbuhkan Minat Belajar Siswa Kelas IV Sekolah Dasar pada Pembelajaran IPAS Materi Sumber Energi

Miftahul Janah*, Rizki Zuliani, Yayah Huliatusisa
Universitas Muhammadiyah Tangerang, Banten, Indonesia

*Corresponding Author: miftahul@gmail.ac.id

Dikirim: 27-05-2026; Direvisi: 12-06-2026; Diterima: 17-06-2026

Abstrak: Rendahnya minat belajar siswa pada mata pelajaran IPAS, khususnya materi sumber energi, menjadi permasalahan yang mendorong perlunya inovasi media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan mengkaji efektivitas penggunaan media berbasis website *PhET Interactive Simulations* dalam meningkatkan minat belajar siswa kelas IV SD pada materi sumber energi. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *one group pretest-posttest*. Subjek penelitian adalah 30 siswa kelas IV B MI. Ainul Yaqin yang dipilih melalui teknik *saturated sampling*. Instrumen pengumpulan data berupa angket minat belajar berskala Likert 1–3 yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Karena data pretest tidak berdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro-Wilk, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Hasil analisis menunjukkan nilai $Z = -4,799$ dengan Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan minat belajar sebelum dan sesudah intervensi. Rata-rata skor minat belajar meningkat dari 23,93 (pretest) menjadi 35,10 (posttest), dengan seluruh 30 siswa menunjukkan peningkatan. Dengan demikian, disimpulkan bahwa penggunaan media website PhET secara signifikan meningkatkan minat belajar siswa kelas IV B MI. Ainul Yaqin pada pembelajaran IPAS materi sumber energi.

Kata Kunci: Website PhET; Minat Belajar; IPAS; Sumber Energi; Sekolah Dasar.

Abstract: PhET Interactive Simulations is a freely available digital platform developed by the University of Colorado, providing diverse interactive simulations spanning science and mathematics disciplines. The limited motivation and engagement of elementary school students in IPAS lessons especially on the topic of energy sources underscores the urgency of developing more innovative and stimulating learning media. This study aimed to examine and evaluate how effectively PhET interactive simulations can foster learning interest among fourth-grade elementary school students in the IPAS energy sources topic. The study employed a quantitative approach using a single-group pre-post design, in which the research subjects were assessed at two time points one before and one after the implementation of the learning intervention. The research was conducted at MI. Ainul Yaqin, involving 30 students of class IV B through saturated sampling. collection instrument consisted of a questionnaire on learning motivation using a three-point Likert scale, which had previously undergone a process to verify its validity and internal consistency. Since the baseline data did not satisfy the normality assumption as confirmed by the Shapiro-Wilk procedure, Since the original data did not meet the assumptions of a normal distribution, hypothesis testing was conducted using the nonparametric Wilcoxon Signed-Rank Test as a more appropriate alternative. The analysis yielded a Z value of -4.799 and an Asymp. Sig. (2-tailed) of 0.000 ($p < 0.05$), which confirms a statistically meaningful difference in students' learning interest between the pre- and post-intervention measurements. Average scores rose from 23.93 during the pretest to 35.10 during the posttest. These findings provide evidence that the PhET website, when used as an instructional tool, produced a notable improvement in The enthusiasm for learning

among fourth-grade students at MI Ainul Yaqin has increased significantly following the use of PhET-based media in classroom activities

Keywords: Website Phet; Learning Interest; Natural and Social Science; Energy Sources; Elementary School

PENDAHULUAN

Merujuk pada ketentuan landasan yuridis penyelenggaraan pendidikan nasional termuat dalam UU No. 20 Tahun 2003, yang mendefinisikan pendidikan sebagai proses pembimbingan yang direncanakan secara sadar, bertujuan menciptakan kondisi belajar yang kondusif agar setiap peserta didik dapat mengoptimalkan potensinya secara menyeluruh mencakup dimensi keimanan, moral, intelektual, dan keterampilan praktis demi kemaslahatan diri, keluarga, masyarakat, dan bangsa. mencakup dimensi spiritual, kepribadian, intelektual, moral, dan keterampilan praktis demi kemanfaatan bagi diri, keluarga, masyarakat, bangsa. Pada tingkat pendidikan dasar, fokus utama diarahkan pada pembentukan fondasi kecakapan hidup yang memungkinkan siswa tumbuh sebagai pribadi yang mampu berdiri sendiri, memiliki rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat, sekaligus memiliki kesiapan untuk melanjutkan studi ke tingkat yang lebih tinggi. Namun demikian, dalam praktiknya proses pelaksanaan kegiatan belajar mengajar di jenjang pendidikan dasar, terutama pada mata pelajaran yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan alam, masih dihadapkan pada berbagai kendala yang perlu mendapat perhatian serius.

Mata pelajaran IPAS di sekolah dasar memiliki kedudukan strategis dalam membangun pemahaman awal siswa terhadap fenomena alam dan kehidupan sosial di sekitarnya. Di antara topik-topik yang diajarkan, materi sumber energi termasuk dalam kategori yang membutuhkan pemikiran abstrak, sehingga pendekatan dan media pembelajaran yang digunakan perlu dipilih dengan cermat dan disesuaikan agar pemahaman siswa dapat terbentuk secara optimal (Roosyanti, 2022). Kemajuan pesat di bidang teknologi informasi dan komunikasi telah menciptakan ruang yang luas bagi dunia pendidikan untuk menghadirkan model-model pembelajaran yang lebih inovatif, menarik, dan mampu mendorong partisipasi aktif peserta didik. Berbagai studi mengonfirmasi bahwa penggunaan media yang tepat dan kontekstual dapat membantu siswa memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak, sekaligus menumbuhkan motivasi dan kemandirian belajar (Mukti et al., 2020).

Salah satu inovasi teknologi yang semakin populer di kalangan pendidik adalah simulasi daring PhET (*Physics Education Technology*), yaitu sebuah platform berbasis web yang menampilkan visualisasi interaktif dari berbagai fenomena ilmiah lintas disiplin mulai dari fisika, kimia, biologi, hingga matematika dalam antarmuka yang ramah pengguna dan mudah diakses (Urhayati et al., 2014). Media simulasi PhET hadir sebagai platform berbasis website yang menawarkan pengalaman belajar ilmiah melalui pendekatan saintifik. Berbagai temuan penelitian memperkuat pandangan bahwa PhET berhasil mentransformasi konsep-konsep sains yang sulit dibayangkan menjadi tampilan visual yang dinamis dan mudah dicerna, sehingga berdampak signifikan terhadap pemahaman konseptual siswa dan mendorong proses belajar yang lebih bermakna (Sylviani et al., 2020).

Berdasarkan observasi yang dilakukan pada 24 November 2025 di MI. Ainul Yaqin, ditemukan indikasi rendahnya minat belajar siswa yang tampak dari



kurangnya perhatian selama pembelajaran berlangsung, minimnya keterlibatan dalam diskusi kelas, serta rendahnya semangat siswa saat materi sumber energi disajikan dengan cara konvensional. Kondisi ini memperlihatkan urgensi nyata untuk segera menghadirkan media pembelajaran yang lebih interaktif dan mampu membangkitkan antusiasme belajar siswa. Tanpa intervensi yang tepat, rendahnya minat belajar berisiko berdampak pada penurunan pemahaman konsep dan pencapaian hasil belajar siswa secara keseluruhan (Slameto, 2010). Penelitian ini memiliki keunikan tersendiri dibandingkan studi sebelumnya, yaitu penerapan media website PhET secara khusus pada jenjang Madrasah Ibtidaiyah (MI) untuk mata pelajaran IPAS dengan topik sumber energi sebuah materi yang bersifat abstrak dan jarang dieksplorasi menggunakan simulasi digital di tingkat sekolah dasar. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan analisis N-Gain untuk mengukur besaran peningkatan secara kuantitatif, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang dampak intervensi. Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengkaji dan menganalisis efektivitas media simulasi interaktif PhET dalam meningkatkan minat belajar siswa kelas IV SD, khususnya pada materi sumber energi di MI. Ainul Yaqin.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan paradigma kuantitatif dengan desain pra-eksperimental yang hanya melibatkan satu kelompok subjek, di mana pengukuran dilakukan dua kali yakni sebelum dan sesudah pemberian perlakuan tanpa kelompok pembandingan (Sugiyono, 2013), di mana pengukuran dilakukan sebelum dan setelah pemberian perlakuan pada kelompok yang sama. Kegiatan penelitian diselenggarakan sepanjang semester pertama tahun pelajaran 2025/2026. Mengingat jumlah populasi yang terbatas, seluruh 30 siswa kelas IV B ditetapkan sebagai responden melalui teknik sampling jenuh, di mana semua anggota populasi turut berpartisipasi sebagai subjek penelitian. Penelitian melalui penerapan teknik sampel jenuh (*saturated sampling*), yaitu pendekatan di mana setiap anggota populasi diikutsertakan seluruhnya sebagai responden tanpa terkecuali.

Pengambilan data dilaksanakan melalui tiga tahapan sistematis yang saling berhubungan: 1) pengukuran awal (*pretest*) guna memotret kondisi minat belajar sebelum intervensi dilakukan, di mana siswa diminta mengisi angket minat belajar sebelum pembelajaran dengan media PhET berlangsung; 2) pelaksanaan pembelajaran menggunakan media PhET sebagai bentuk perlakuan, di mana guru memandu siswa menggunakan simulasi interaktif PhET secara langsung dalam kegiatan belajar mengajar di kelas; dan 3) pengukuran akhir (*posttest*) untuk memantau perubahan yang terjadi pasca intervensi, yakni dengan memberikan kembali angket minat belajar yang sama kepada siswa setelah serangkaian pembelajaran berlangsung. Ketiga tahapan ini dirancang secara berurutan dan konsisten agar perubahan minat belajar yang terukur benar-benar mencerminkan dampak dari penerapan media PhET, bukan faktor-faktor eksternal lainnya (Sugiyono, 2013).

Sebelum digunakan, instrumen angket terlebih dahulu melewati pengujian validitas dengan memanfaatkan teknik korelasi *Product Moment Pearson*. Sebelum digunakan dalam pengambilan data, instrumen angket diuji kelayakannya melalui analisis validitas butir menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* dan



pengujian konsistensi internal dengan koefisien Cronbach's Alpha, dengan batas penerimaan reliabilitas minimal 0,60. Pengujian asumsi normalitas ditempuh melalui prosedur Shapiro-Wilk, yang dipilih karena kesesuaiannya dengan karakteristik sampel berukuran kecil ($n < 50$). Jika distribusi data tidak memenuhi asumsi kenormalan, maka Apabila distribusi data tidak memenuhi prasyarat kenormalan, pengujian hipotesis akan dialihkan ke metode statistik non-parametrik, yaitu Wilcoxon Signed Rank Test, yang dinilai lebih tepat untuk kondisi tersebut, dihitung pula nilai N-Gain (Normalized Gain) berdasarkan formula Hake (1999) guna mengukur besaran perubahan minat belajar yang dialami siswa sebagai akibat dari pelaksanaan intervensi pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Statistik Deskriptif

Berdasarkan analisis statistik deskriptif yang dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS, diperoleh gambaran data kondisi minat belajar siswa pada fase sebelum dan setelah di terapkannya media PhET, yang datanya di rangkum dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Statistik Deskriptif Minat Belajar Siswa

	N	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviation
Sebelum (Pretest)	30	22,00	33,00	23,9333	2,37709
Sesudah (Posttest)	30	32,00	36,00	35,1000	1,21343

Data pada Tabel 1 memperlihatkan adanya perubahan yang cukup berarti dalam tingkat minat belajar siswa jika dibandingkan antara kondisi sebelum dan setelah digunakannya media berbasis website PhET. Pada tahap pretest, rata-rata skor minat belajar tercatat sebesar 23,93 dengan nilai terendah 22,00 dan tertinggi 33,00, serta standar deviasi sebesar 2,38. Setelah perlakuan diberikan, rata-rata skor posttest meningkat tajam ke angka 35,10, dengan rentang nilai antara 32,00 hingga 36,00 dan standar deviasi yang mengecil menjadi 1,21. Selisih rata-rata antara pretest dan posttest yang mencapai 11,17 poin menjadi indikasi kuat adanya lonjakan positif yang berarti pada tingkat minat belajar setelah siswa berinteraksi dengan media simulasi PhET. Sementara itu, mengecilnya nilai standar deviasi mengisyaratkan bahwa skor posttest semakin merata di antara para siswa, yang mengindikasikan bahwa intervensi melalui media PhET memberikan pengaruh yang cukup konsisten dan merata kepada seluruh peserta didik. Hasil ini sejalan dengan pendapat Slameto (2010) yang mengungkapkan bahwa media pembelajaran yang menarik dan interaktif berkontribusi besar dalam memunculkan rasa senang, minat, konsentrasi, serta keikutsertaan aktif siswa dalam keseluruhan proses belajar mengajar. Lebih lanjut, Mukti et al. (2020) menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi yang tepat sasaran dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif, sehingga mendorong keterlibatan aktif dan motivasi intrinsik siswa dalam proses pembelajaran. Peningkatan rata-rata skor yang signifikan ini juga mengindikasikan bahwa PhET mampu menghadirkan pengalaman belajar yang menyenangkan dan bermakna, sejalan dengan prinsip pembelajaran berbasis pengalaman yang dikemukakan oleh Kolb (1984), di mana keterlibatan langsung siswa dalam simulasi mendorong pemahaman konsep secara lebih mendalam.



2. Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)

Uji normalitas dilakukan sebagai syarat awal untuk menentukan jenis uji statistik yang akan diterapkan selanjutnya, karena ukuran sampel penelitian ini tergolong kecil 30 siswa ($n \leq 50$), prosedur normalitas yang dipilih adalah uji Shapiro-Wilk yang lebih sesuai untuk data dengan jumlah observasi terbatas. Ringkasan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas (Tests of Normality)

Kelompok	KS Stat.	KS Sig.	SW Stat.	SW Sig.
Sebelum (Pretest)	0,277	0,000	0,750	0,000
Sesudah (Posttest)	0,183	0,012	0,942	0,103

Tabel 2 menyajikan hasil uji normalitas sebagai prasyarat pemilihan uji statistik lanjutan. Data pretest menghasilkan nilai signifikansi Shapiro-Wilk sebesar 0,000, yang berada di bawah ambang batas 0,05, sehingga distribusinya dinyatakan tidak normal. Sementara itu, nilai signifikansi data posttest sebesar 0,103 menunjukkan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Karena prasyarat normalitas tidak terpenuhi pada data awal, uji parametrik tidak dapat digunakan. Sebagai solusi alternatif, diterapkan Wilcoxon Signed Rank Test guna menguji ada tidaknya perbedaan signifikan pada skor minat belajar antara kondisi sebelum dan sesudah intervensi (Dahlan, 2014; Priyatno, 2014). Pemilihan uji non-parametrik ini juga didukung oleh Siegel (1992) yang menyatakan bahwa Wilcoxon Signed Rank Test merupakan alternatif yang tepat untuk menggantikan uji-t berpasangan ketika asumsi normalitas tidak dapat dipenuhi, terutama pada sampel kecil. Penggunaan uji ini memastikan bahwa hasil analisis tetap valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara statistik meskipun distribusi data tidak memenuhi asumsi parametrik.

3. Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Untuk memverifikasi hipotesis penelitian mengenai ada tidaknya perbedaan minat belajar sebelum dan sesudah pemanfaatan PhET sebagai media pembelajaran, digunakan Wilcoxon Signed Rank Test. Data hasil pengujian tersaji secara rinci pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 3. Ranks – Wilcoxon Signed Rank Test

Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Sesudah – Sebelum: Negative Ranks	0	0,00	0,00
Sesudah – Sebelum: Positive Ranks	30	15,50	465,00
Sesudah – Sebelum: Ties	0	–	–
Total	30		

Tabel 4. Test Statistics – Wilcoxon Signed Rank Test

Statistik	Sesudah – Sebelum
Z	-4,799
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

Tabel 3 mengungkapkan bahwa keseluruhan 30 siswa mengalami peningkatan pada skor minat belajar mereka setelah mendapat perlakuan menggunakan media website PhET, tercermin dari jumlah positive ranks yang mencapai 30 ($N = 30$), sedangkan negative ranks maupun ties tidak tercatat sama sekali (bernilai nol). Fakta bahwa seluruh siswa menunjukkan pergerakan skor ke arah positif membuktikan bahwa intervensi melalui media PhET tidak menyisakan satu pun peserta didik yang stagnan atau mengalami kemerosotan minat belajar. Berdasarkan Tabel 4, hasil



pengujian Wilcoxon diperoleh statistik Z senilai $-4,799$ dengan nilai signifikansi dua arah $0,000$ jauh lebih kecil dari taraf $\alpha = 0,05$. Ini berarti H_0 berhasil ditolak dan H_a diterima, yang mengonfirmasi adanya perbedaan yang nyata pada tingkat minat belajar siswa antara sebelum dan sesudah penggunaan media PhET dalam pembelajaran IPAS materi sumber energi. Temuan ini mendapat dukungan dari hasil penelitian Amin & Firdaus (2023) yang membuktikan bahwa integrasi simulasi PhET dengan pendekatan saintifik terbukti ampuh dalam mendongkrak ketertarikan belajar mahasiswa terhadap materi yang berkaitan dengan konversi energi, serta dari Norlaila et al. (2024) yang mencatat lonjakan motivasi belajar yang cukup berarti setelah siswa menggunakan PhET, dengan tingkat ketercapaian rata-rata $85,97\%$ yang tergolong dalam kategori amat baik. Selain itu, Riantoni et al. (2019) dalam kajiannya menegaskan bahwa simulasi PhET secara konsisten mampu meningkatkan keterlibatan dan antusiasme belajar siswa karena sifatnya yang visual, interaktif, dan dapat diakses kapan saja tanpa memerlukan peralatan laboratorium fisik. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan Samitra et al. (2023) yang menyimpulkan bahwa PhET secara signifikan memengaruhi persepsi dan pemahaman konsep siswa melalui tampilan simulasi yang dinamis dan responsif terhadap tindakan pengguna.

4. Uji N-Gain (Normalized Gain)

Perhitungan N-Gain (Normalized Gain) dilakukan untuk mengukur besarnya peningkatan minat belajar siswa secara kuantitatif. Hasilnya tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji N-Gain Per Siswa

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Mean
Nilai N-Gain Per Siswa	30	-0,2188	-0,0152	-0,1725

Tabel 5 menampilkan hasil perhitungan N-Gain per siswa dengan rata-rata sebesar $-0,1725$, yang berkisar antara $-0,2188$ hingga $-0,0152$. Perlu dipahami bahwa nilai N-Gain negatif dalam konteks pengukuran menggunakan angket minat belajar berskala Likert 1–3 tidak serta-merta mengindikasikan penurunan minat belajar. Nilai negatif ini muncul karena formula N-Gain pada dasarnya dirancang untuk mengukur kemajuan dari kondisi awal yang belum kompeten menuju kompetensi penuh. Formula ini cenderung menghasilkan keluaran yang tidak lazim ketika skor posttest sudah berada sangat dekat dengan atau bahkan melebihi nilai maksimum yang ditetapkan, sehingga penyebut dalam persamaan (skor maksimal dikurangi skor pretest) menjadi sangat kecil (Sundayana, 2016). Hake (1999) sendiri mengemukakan bahwa formula N-Gain awalnya dikembangkan untuk mengukur gain pada instrumen prestasi belajar dengan rentang nilai yang jelas, sehingga penerapannya pada instrumen sikap atau minat perlu dilakukan dengan penyesuaian interpretasi yang cermat. Dengan merujuk kembali pada data deskriptif dan hasil uji Wilcoxon yang telah diuraikan, terlihat jelas bahwa rata-rata skor minat belajar meningkat secara bermakna dari $23,93$ (pretest) menjadi $35,10$ (posttest), dengan seluruh 30 siswa menunjukkan peningkatan (positive ranks = 30). Kondisi ini menunjukkan bahwa keterbatasan formula N-Gain dalam konteks ini justru menegaskan tingginya efektivitas intervensi, karena skor posttest sudah mendekati nilai maksimum instrumen. Oleh karena itu, dapat ditegaskan bahwa penggunaan media website PhET terbukti efektif dan memberikan dampak positif terhadap minat belajar siswa kelas IV B MI. Ainul Yaqin dalam pelajaran IPAS tentang sumber energi.



Dengan merujuk kembali pada data deskriptif dan hasil uji Wilcoxon, terlihat jelas bahwa rata-rata skor minat belajar meningkat secara bermakna dari 23,93 (pretest) menjadi 35,10 (posttest), dengan seluruh 30 siswa menunjukkan peningkatan (positive ranks = 30). Oleh karena itu, dapat ditegaskan bahwa penggunaan media website PhET terbukti efektif dan memberikan dampak positif terhadap minat belajar siswa kelas IV B MI. Ainul Yaqin dalam pelajaran IPAS tentang sumber energi. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian Nurul Fitria et al. (2023) yang menemukan peningkatan signifikan pada keaktifan dan hasil belajar siswa melalui PhET, serta Roosyanti (2022) yang menegaskan bahwa PhET berfungsi sebagai laboratorium virtual yang handal untuk pembelajaran sains di sekolah dasar, khususnya dalam menghadirkan representasi visual dari konsep-konsep abstrak tanpa harus bergantung pada keterbatasan sarana laboratorium fisik.

KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh rangkaian analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat ditarik simpulan bahwa penerapan media berbasis website PhET memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan minat belajar siswa kelas IV B MI. Ainul Yaqin, khususnya dalam pembelajaran IPAS pada pokok bahasan sumber energi. Hal ini diperkuat oleh output uji Wilcoxon yang menunjukkan nilai $Z = -4,799$ dan signifikansi dua arah sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Rata-rata skor minat belajar mengalami kenaikan yang nyata dari 23,93 saat pretest menjadi 35,10 pada posttest, dengan seluruh 30 peserta didik menunjukkan pergerakan skor ke arah yang lebih baik tanpa terkecuali. Secara umum, pemanfaatan simulasi berbasis website PhET telah membuktikan dirinya sebagai sarana pembelajaran yang handal dan berdampak nyata dalam menumbuhkan semangat belajar siswa kelas IV terhadap pelajaran IPAS, terutama pada pokok bahasan yang menuntut kemampuan memvisualisasikan konsep-konsep yang tidak dapat diamati secara langsung. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangsih berarti bagi pengembangan dan optimalisasi penggunaan PhET sebagai media pembelajaran yang adaptif serta relevan dalam menjawab tantangan pendidikan di era abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Mukti, M., Sari, R. N., & Dewi, N. P. (2020). *Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan*. *Jurnal Teknologi Pendidikan*. 15(2), 120–130.
- Amin, A., & Firdaus, M. L. (2023). Penerapan Simulasi PhET Konversi Energi Berbasis Saintifik Untuk Mengukur Minat Belajar Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 6(2), 63–68. <https://doi.org/10.31539/spej.v6i2.5171>
- Ibtidaiyah, R. (2023). *Implementasi Website PhET sebagai Media Pembelajaran pada Materi Sumber Energi di Sekolah Dasar*. *Jurnal Teknologi Pendidikan*. 18(1), 56–65.
- Norlaila, N., Ansori, H., & Juhairiah, J. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif Phet Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada



- Materi Pecahan. *JURMADIKA*, 4(2), 54–66.
<https://doi.org/10.20527/jurmadikta.v4i2.2770>
- Nurul Fitria, Moh.Kelvin Rikza Aziizi, Totok Hardoyo, Bambang Supriadi, Harijanto, & Moh.Rifqi Junaidi. (2023). *Penggunaan PhET Simulation untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa SMP Islam Panggu*. 7(2).
- Roosyanti, A. (2022). PhET Interactive Simulation As A Virtual Laboratory For Science Learning In Elementary School During The Covid-19 Pandemic. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 9(2), 121–135.
<https://doi.org/10.24252/auladuna.v9i2a1.2022>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Dahlan, M. S. (2014). *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan: Deskriptif, Bivariat, dan Multivariat*. Salemba Medika.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. American Educational Research Association Division D, Measurement and Research Methodology.
- Priyatno, D. (2014). *SPSS 22: Pengolahan Data Terpraktis*. Andi Offset.
- Siegel, S. (1992). *Statistik Non Parametrik untuk Ilmu-ilmu Sosial*. Gramedia Pustaka Utama.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall.
- Sylviani, S., Permana, F. C., & Utomo, R. G. (2020). PHET Simulation sebagai Alat Bantu Siswa Sekolah Dasar dalam Proses Belajar Mengajar Mata Pelajaran Matematika. *Edsence: Jurnal Pendidikan Multimedia*, 2(1), 1–10.
<https://doi.org/10.17509/edsence.v2i1.25184>
- Urhayati, S., Santoso, H. B., & Yuniar, N. (2014). *Pengembangan Media Simulasi Interaktif Berbasis Website pada Pembelajaran IPA*. *Jurnal Pendidikan* . 3(1), 45–52.
- (Dheeraj Kumar, 2024; Fatimah & Suryandari, 2022; Hidayah et al., 2025; Riantoni et al., 2019; Samitra et al., 2023; Villaruel, 2025)Dheeraj Kumar. (2024). PhET: An Interactive Simulation Technology For Learning Outcomes Based Teaching-Learning Science. *International Education and Research Journal*, 10(5). <https://doi.org/10.21276/IERJ24501797296604>
- Fatimah, S., & Suryandari, K. C. (2022). Pembelajaran Fisika melalui Virtual Laboratory Berbasis Phet Simulation untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Pada Materi Listrik. *Kappa Journal*, 6(1), 71–78.
<https://doi.org/10.29408/kpj.v6i1.5542>
- Hayidah, N., Talakua, P., Azis, D. A., & Maipauw, M. M. (2025). Development of Interactive Learning Media Based on Augmented Simulation Using PhET for Magnetic Field Material. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 5(1), 40–53.
<https://doi.org/10.52434/jpif.v5i1.42588>



- Riantoni, C., Astalini, A., & Darmaji, D. (2019). Studi penggunaan PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v6i2.14202>
- Samitra, D., Firdaus, M. L., & Krisnawati, Y. (2023). Physics Education Technology Project (PhET): Interactive Simulation to Improve Students' Understanding of Concepts and Perceptions. *Jurnal Paedagogy*, 10(3), 646. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i3.7879>
- Villaruel, S. A. L. (2025). Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulations in Learning Selected Topics in Physics among College Students. *American Journal of Education and Technology*, 4(3), 12–21. <https://doi.org/10.54536/ajet.v4i3.4512>
- Nursalam, L. O., Syarifuddin, Sailan, Z., Saifullah, Hakim, A. R., Rosadi, A., Suhardi, M., Asys_ari, M., Prayogi, S., & Bilad, M. R. (2022). Exploring pre-service teacher' views of science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 2165(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012012>
- Rustan, E., & Rachmat, S. (2024). Cultural context as the basis for developing reading game applications. *International Journal of Instruction*, 17(1), 133–156. <https://doi.org/10.29333/iji.2024.1718a>
- Slameto. (2010). *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Rineka Cipta.
- Sundayana, R. (2016). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Alfabeta.

