Vektor: Jurnal Pendidikan IPA
Vol. 6 No. 2 (2025) pp. 37-53
https://vektor.uinkhas.ac.id/index.php/vtr
p-ISSN: 2723-066X e-ISSN: 2723-0724

Pemanfaatan Simulasi Digital PhET dalam Pembelajaran Konsep Gaya dan Gerak: *Systematic Literature Review*

Cindy Rose Dini Hari*, Mufidah Wahyuningsih, Erlina Nur Hidayati

Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Surabaya
Jalan Ketintang, Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60213, Indonesia
*Email: cindyross1515@gmail.com

Abstract
This study aims to systematically review the use of PhET digital simulations in teaching force and motion concepts by examining study characteristics, learning approaches, and reported contributions to students' conceptual understanding, learning outcomes, motivation, thinking skills, and engagement. A systematic literature review was conducted using a descriptive and narrative-comparative synthesis of relevant studies published between 2020 and 2025. The reviewed studies were analysed based on their objectives, research methods, learning approaches, main findings, and critical relevance to physics learning. The synthesis indicates that PhET simulations have the potential to support conceptual understanding, learning outcomes, motivation, problem-solving, science process skills, creativity, and higher-order thinking. The reported findings also suggest that the benefits of PhET tend to be more evident when simulations are integrated with pedagogical approaches that provide opportunities for exploration, inquiry, discovery, and problem solving. Reported N-Gain values showed a tendency towards higher gains in Guided Inquiry (0.71) and Discovery Learning (0.70), followed by Problem-Based Learning (0.63) and Learning Cycle (0.60); however, these values should not be interpreted as evidence of the superiority of one approach because the studies differed in participants, content, instruments, and research designs. Overall, PhET is better positioned as a technology that strengthens structured pedagogical strategies rather than as a stand-alone learning medium.

Keywords: PhET Simulation; Force and Motion; Conceptual Understanding; Learning Outcomes; Physics Education

Abstrak
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan systematic literature review mengenai penggunaan simulasi digital PhET dalam pembelajaran konsep gaya dan gerak dengan menganalisis karakteristik penelitian, pendekatan pembelajaran, serta kontribusinya terhadap pemahaman konsep, hasil belajar, motivasi, keterampilan berpikir, dan keterlibatan siswa. Penelitian menggunakan systematic literature review dengan sintesis deskriptif dan naratif-komparatif terhadap penelitian relevan yang dipublikasikan pada periode 2020–2025. Setiap penelitian dianalisis berdasarkan tujuan,

Info Artikel

Submitted: 13 Oktober 2025
Revised: 20 Desember 2025
Accepted: 27 Desember 2025
Published: 30 Desember 2025

DOI:
https://doi.org/10.35719/vektor.v6i2.204

metode, pendekatan pembelajaran, temuan utama, dan relevansinya terhadap pembelajaran fisika. Hasil sintesis menunjukkan bahwa simulasi PhET berpotensi mendukung pemahaman konsep, hasil belajar, motivasi, pemecahan masalah, keterampilan proses sains, kreativitas, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Manfaat PhET cenderung lebih terlihat ketika simulasi diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksplorasi, penyelidikan, penemuan, dan pemecahan masalah. Nilai N-Gain yang dilaporkan menunjukkan kecenderungan pada Guided Inquiry (0,71), Discovery Learning (0,70), Problem-Based Learning (0,63), dan Learning Cycle (0,60). Namun, nilai tersebut tidak dapat dimaknai sebagai keunggulan mutlak karena penelitian memiliki karakteristik peserta didik, materi, instrumen, dan desain penelitian yang berbeda. Secara keseluruhan, PhET lebih tepat diposisikan sebagai teknologi yang memperkuat strategi pedagogis terstruktur daripada sebagai media pembelajaran yang berdiri sendiri.

Kata kunci: Simulasi PhET; Gaya dan Gerak; Pemahaman Konsep; Hasil Belajar; Pendidikan Fisika

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Pendahuluan

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam beberapa tahun terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam praktik pendidikan. Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran menjadi salah satu alternatif untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada keterlibatan peserta didik. Kebutuhan tersebut semakin penting dalam pendidikan sains dan fisika karena pembelajaran tidak hanya menuntut kemampuan menghafal konsep dan persamaan, tetapi juga kemampuan memahami hubungan antarkonsep, menginterpretasikan fenomena, serta menggunakan penalaran ilmiah. Dalam pembelajaran fisika, salah satu materi fundamental yang masih menimbulkan kesulitan adalah konsep gaya dan gerak. Karakteristik konsep yang abstrak menyebabkan siswa membutuhkan representasi dan pengalaman belajar yang dapat membantu mereka memvisualisasikan hubungan antara besaran-besaran fisika. Selain itu, keterbatasan sumber daya laboratorium dan dominasi pendekatan pembelajaran konvensional dapat menyebabkan pengalaman belajar menjadi kurang aktif dan kurang kontekstual (Jania dkk., 2022).

Konsep gaya dan gerak memiliki posisi penting karena menjadi fondasi untuk memahami berbagai fenomena dalam mekanika dan konsep fisika lainnya. Namun, pemahaman siswa terhadap hubungan antara gaya, massa, dan percepatan belum selalu terbentuk secara ilmiah. Khoirunnisa dkk. (2024), misalnya, menunjukkan adanya miskonsepsi siswa sekolah menengah pada materi gaya dan gerak. Temuan tersebut sejalan dengan Liu dan Fang (2016) yang mengidentifikasi berbagai miskonsepsi mengenai gaya dan percepatan, sementara Adha dkk. (2023) menunjukkan adanya *incorrect common-sense knowledge* dalam memahami gaya dan gerak. Miskonsepsi semacam anggapan bahwa suatu benda harus selalu mendapatkan gaya agar dapat terus bergerak atau bahwa arah percepatan selalu sama dengan arah gerak menunjukkan bahwa siswa dapat memiliki pemahaman intuitif yang bertentangan dengan konsep ilmiah. Permasalahan tersebut juga ditemukan pada berbagai jenjang pendidikan (Maryani & Atmojo, 2024; Wancham dkk., 2023; Bahtaji, 2023). Oleh karena itu, pembelajaran gaya dan gerak memerlukan pengalaman yang memungkinkan siswa mengamati fenomena, mengeksplorasi hubungan antarvariabel, menguji gagasan, dan membangun pemahaman konseptual secara aktif.

Salah satu alternatif yang dapat mendukung kebutuhan tersebut adalah pemanfaatan simulasi digital, khususnya PhET Interactive Simulations. Simulasi PhET memungkinkan siswa melakukan eksplorasi terhadap fenomena fisika melalui representasi visual dan manipulasi variabel yang sulit dilakukan secara langsung dalam pembelajaran konvensional. Melalui simulasi, siswa dapat mengubah variabel seperti gaya dan percepatan, mengamati perubahan gerak benda, serta menguji hubungan sebab-akibat secara langsung. Dengan karakteristik tersebut, PhET tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga dapat menjadi lingkungan belajar yang memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep secara aktif. Noverma dkk. (2024) menunjukkan bahwa pemanfaatan PhET dapat mendukung keterlibatan siswa dan pemahaman konseptual mengenai gaya pada tingkat SMP. Ifzalia dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa penggunaan PhET dalam pembelajaran berbasis inkuiri dapat mendorong keterlibatan aktif dan eksplorasi konsep. Temuan lain menunjukkan bahwa media animasi PhET dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa (Fauziah & Zalia, 2023). Pada konteks simulasi komputer dalam pembelajaran mekanika, Permata Sari dan Madlazim (2022) juga melaporkan peningkatan pemahaman siswa mengenai gaya dan gerak.

Sejumlah penelitian selanjutnya semakin memperkuat potensi simulasi digital dalam pembelajaran fisika. Banda dan Nzabahimana (2021), melalui kajian literatur, menunjukkan bahwa integrasi simulasi PhET memiliki kontribusi terhadap pemahaman konseptual fisika. Penelitian Lestari dan Mansyur (2021) menunjukkan pemanfaatan PhET dalam pembelajaran gerak parabola, sedangkan Chinaka (2021) membandingkan penggunaan PhET dengan pembelajaran berbasis pengalaman pada gerak parabola. Pranata (2023) menunjukkan potensi PhET yang dipadukan dengan *guided inquiry* dalam meningkatkan pemahaman konsep gaya gravitasi, sementara Siregar dkk. (2024) menggunakannya pada materi Hukum Newton. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa integrasi simulasi dengan kegiatan praktikum dan umpan balik dapat mendukung pembelajaran gerak (Luchembe & Shumba, 2022). Dengan demikian, penelitian terdahulu secara umum menunjukkan bahwa simulasi digital dapat memberikan kontribusi terhadap hasil belajar, pemahaman konsep, motivasi, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran fisika.

Meskipun demikian, bukti penelitian yang tersedia masih menunjukkan beberapa celah. Pertama, penelitian terdahulu cenderung membahas topik fisika secara terpisah, seperti gerak parabola, gerak harmonik, gravitasi, atau Hukum Newton, sehingga hubungan konseptual antara gaya dan gerak sebagai satu kesatuan domain belum banyak disintesis secara komprehensif (Chinaka, 2021; Luchembe & Shumba, 2022; Nie dkk., 2019). Kedua, sebagian besar penelitian lebih menekankan peningkatan skor hasil belajar atau pemahaman konsep, sedangkan persoalan miskonsepsi dan perubahan struktur pemahaman siswa tentang gaya dan gerak belum memperoleh perhatian yang sebanding. Padahal, miskonsepsi pada konsep gaya dan gerak bersifat persisten dan ditemukan pada berbagai kelompok peserta didik (Liu & Fang, 2016; Adha dkk., 2023; Khoirunnisa dkk., 2024). Ketiga, efektivitas PhET belum sepenuhnya konsisten. Jania dkk. (2022), misalnya, melaporkan bahwa penggunaan PhET pada materi Hukum Hooke tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pemahaman konsep siswa. Perbedaan temuan tersebut menunjukkan bahwa efektivitas simulasi tidak semata-mata ditentukan oleh penggunaan teknologi, tetapi juga dapat berkaitan dengan desain pembelajaran, bentuk *scaffolding* guru, kesiapan teknologi, dan literasi digital peserta didik.

Selain ketiga celah tersebut, ulasan terdahulu menunjukkan bahwa penelitian mengenai PhET masih banyak menggunakan desain *pretest-posttest* sederhana dan belum secara memadai membandingkan variasi model implementasi maupun memetakan bagaimana simulasi dapat digunakan untuk mengatasi miskonsepsi secara spesifik (Banda & Nzabahimana, 2021; Triani & Fahlani, 2024). Dengan demikian, diperlukan kajian yang tidak hanya mengidentifikasi apakah PhET efektif, tetapi juga mensintesis bagaimana, pada konteks apa, dan untuk aspek pembelajaran apa simulasi tersebut memberikan kontribusi. Kajian semacam ini penting secara pedagogis karena konsep gaya dan gerak merupakan fondasi mekanika dan masih menghadapi persoalan

miskonsepsi pada berbagai jenjang pendidikan. Secara konseptual, simulasi digital berpotensi menjembatani sifat abstrak konsep dengan pengalaman belajar yang visual, interaktif, dan eksploratif sehingga siswa dapat membangun hubungan antarvariabel secara lebih utuh (Verawati dkk., 2022; Luchembe & Shumba, 2022). Secara metodologis, sintesis terhadap penelitian yang telah dilakukan dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik penelitian, pendekatan pembelajaran, dan variasi temuan yang selama ini masih tersebar dalam berbagai publikasi.

Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan systematic literature review terhadap penggunaan simulasi digital PhET dalam pembelajaran konsep gaya dan gerak, dengan menganalisis karakteristik penelitian, pendekatan pembelajaran yang digunakan, temuan utama, serta kontribusinya terhadap hasil belajar, pemahaman konsep, motivasi, keterampilan berpikir, dan keterlibatan siswa. Kebaruan kajian ini terletak pada upaya memandang gaya dan gerak sebagai domain konseptual yang saling berkaitan, sekaligus memberikan perhatian pada persoalan miskonsepsi dan pengembangan penalaran ilmiah, bukan semata-mata peningkatan nilai akhir. Hasil kajian diharapkan dapat memperluas bukti mengenai pemanfaatan PhET dalam pembelajaran fisika serta memberikan dasar bagi perancangan pembelajaran yang lebih terarah, berbasis diagnosis miskonsepsi, dan selaras dengan tuntutan keterampilan abad ke-21 (Triani & Fahlani, 2024; Warneri dkk., 2024).

Metode

Penelitian ini menggunakan Systematic Literature Review (SLR) dengan pendekatan sintesis deskriptif untuk mengidentifikasi, mengkaji, dan mensintesis hasil penelitian terdahulu mengenai penggunaan simulasi digital, khususnya PhET Interactive Simulations, dalam pembelajaran konsep gaya dan gerak. Pendekatan SLR dipilih karena penelitian ini tidak mengumpulkan data secara langsung dari peserta didik, melainkan menganalisis temuan empiris yang telah dilaporkan dalam berbagai publikasi penelitian. SLR memungkinkan proses kajian dilakukan secara sistematis, komprehensif, dan replikabel sehingga sesuai untuk mensintesis bukti penelitian yang tersebar pada berbagai studi (Siddaway dkk., 2019; Snyder, 2019). Kajian diarahkan untuk memperoleh gambaran mengenai karakteristik penelitian, bentuk implementasi simulasi, pendekatan pembelajaran yang digunakan, serta temuan terkait pemahaman konsep, hasil belajar, motivasi, keterampilan berpikir, keterampilan proses sains, dan miskonsepsi.

Literatur yang dianalisis berupa artikel penelitian yang dipublikasikan pada periode 2020–2025 dan relevan dengan penggunaan simulasi digital dalam pembelajaran IPA atau fisika. Artikel yang dianalisis mencakup berbagai jenjang pendidikan, mulai dari sekolah dasar, sekolah menengah, hingga perguruan tinggi, serta memiliki karakteristik metodologis yang beragam, antara lain penelitian kuantitatif, kuasi-eksperimen, eksperimen, penelitian kualitatif, penelitian tindakan kelas, dan penelitian pengembangan. Keragaman tersebut dipertahankan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai bentuk pemanfaatan dan kontribusi simulasi PhET dalam pembelajaran.

Artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel diterbitkan pada rentang tahun 2020–2025 di Google Scholar; (2) membahas penggunaan simulasi digital atau PhET dalam pembelajaran IPA/fisika; (3) melaporkan tujuan, metode, atau hasil penelitian yang dapat dianalisis; dan (4) memiliki keterkaitan dengan pembelajaran konsep fisika, khususnya gaya dan gerak atau konsep yang mendukung pemahaman mekanika. Kriteria eksklusi meliputi publikasi yang tidak berkaitan dengan pembelajaran IPA/fisika, tidak memberikan informasi penelitian yang memadai, atau tidak memiliki relevansi dengan fokus kajian. Penetapan kriteria tersebut digunakan untuk memastikan bahwa artikel yang dianalisis memiliki kesesuaian dengan pertanyaan dan fokus kajian (Xiao & Watson, 2017).

Proses kajian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu identifikasi, seleksi, ekstraksi informasi, pengelompokan, dan sintesis temuan. Pada tahap identifikasi, artikel yang relevan dengan penggunaan simulasi digital dalam pembelajaran IPA dan fisika dihimpun berdasarkan kesesuaian topik dan periode publikasi. Tahap seleksi dilakukan dengan menelaah judul, tujuan, metode, dan temuan penelitian untuk memastikan kesesuaiannya dengan fokus kajian. Artikel yang memenuhi kriteria selanjutnya dianalisis secara sistematis. Informasi dari setiap artikel diekstraksi ke dalam tabel kajian yang memuat (1) judul penelitian, (2) penulis dan tahun publikasi, (3) tujuan penelitian, (4) metode penelitian, (5) temuan utama, (6) relevansi terhadap kajian, dan (7) analisis atau evaluasi kritis.

Temuan dari setiap artikel kemudian dibandingkan dan dikelompokkan berdasarkan fokus hasil penelitian. Sintesis dilakukan secara deskriptif dan naratif-komparatif untuk mengidentifikasi pola penggunaan PhET dalam pembelajaran, terutama dalam kaitannya dengan pemahaman konsep dan hasil belajar, motivasi dan keterlibatan siswa, kemampuan pemecahan masalah, keterampilan proses sains, kreativitas, serta pengurangan miskonsepsi. Temuan penelitian dibandingkan untuk mengidentifikasi kecenderungan hasil, variasi pendekatan pembelajaran, serta faktor yang berkaitan dengan keberhasilan implementasi simulasi. Hasil kuantitatif yang dilaporkan oleh penelitian terdahulu, seperti nilai *N-Gain*, persentase peningkatan, atau hasil uji statistik, digunakan sebagai informasi pendukung dalam sintesis untuk menggambarkan kecenderungan efektivitas. Sementara itu, temuan kualitatif digunakan untuk memperjelas pengalaman belajar, keterlibatan peserta didik, peran guru, serta kondisi implementasi simulasi.

Hasil dan Pembahasan

Penyajian Hasil

Dilakukan penelaahan terhadap sejumlah publikasi penelitian yang relevan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas simulasi PhET dalam mengajarkan prinsip-prinsip gaya dan gerak. Setiap penelitian dievaluasi berdasarkan tujuan, metode, temuan utama, serta keterkaitannya dengan konteks pendidikan sains modern. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menemukan pola-pola umum dan cara utama penerapan media PhET dalam meningkatkan hasil belajar, pemahaman konsep, serta motivasi siswa.

Meskipun beberapa penelitian menunjukkan adanya keterbatasan tertentu dalam penggunaan media digital, sebagian besar studi menyatakan bahwa PhET secara umum mampu meningkatkan kemampuan kognitif dan afektif siswa. Ringkasan hasil analisis dari beberapa penelitian tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis jurnal pembelajaran berbasis PhET

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
1	Penggunaan Laboratorium Virtual PhET dalam Model Discovery	Aldi Tupalessy, Cicylia T. Kereh, Sarlota Singerin (2021)	Mengetahui peningkatan penguasaan materi gerak harmonik sederhana	Deskriptif, one group pre-test dan post-test	N-Gain = 0,7 (kategori tinggi); skor rata-rata meningkat dari 35,82 menjadi 83,46; aktivitas	Sangat relevan dengan pembelajaran fisika berbasis virtual lab dan	Simulasi PhET efektif meningkatkan penguasaan konsep; namun penelitian terbatas pada

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Learning pada Materi Gerak Harmonik Sederhana		menggunakan PhET dalam model discovery learning		siswa meningkat	discovery learning	satu kelas (tanpa kontrol).
2	Efektivitas Aplikasi PhET Disertai LKS Materi Gerak dan Gaya untuk Pembelajaran IPA di SMP	Inggrid Ayu Amala, Indrawati, Iwan Wicaksono (2020)	Mendeskripsikan efektivitas penggunaan aplikasi PhET dengan LKS untuk meningkatkan hasil belajar dan aktivitas siswa	Deskriptif, one group pre-test dan post-test	Aktivitas belajar 79,94% (baik); peningkatan hasil belajar N-Gain = 0,67 (sedang)	Relevan dengan pembelajaran IPA kontekstual berbasis ICT di SMP	PhET efektif memvisualisasikan konsep abstrak; namun perlu penelitian lanjut dengan desain eksperimen murni.
3	Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media PhET terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah	Affan Hilmi Fadholi, Kosim, Muhammad Zuhdi, Syahrial Ayub (2025).	Menguji pengaruh model inkuiri terbimbing berbantuan PhET terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa SMP	Kuasi eksperimen, pretest-posttest control group design	Rata-rata posttest eksperimen = 75,61 vs kontrol = 58,30; N-gain 0,71 (tinggi); signifikan (t-hit 6,83 > t-tabel 2,00).	Sangat relevan dengan pembelajaran berbasis inkuiri dan media digital interaktif	Penelitian kuat secara metodologis (ada kontrol); dapat dijadikan rujukan empiris utama dalam kajian media PhET.
4	Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Simulasi PhET pada Minat	Stefania Wilfrida Noviant y Oke, Claudia Mariska M. Maing, &	Mengevaluasi bagaimana model inkuiri terbimbing berbasis PhET Simulation berdampak	Eksperimen (One-Group Pretest-Posttest Design).	Model inkuiri terbimbing berbasis PhET Simulation meningkatkan minat belajar dan pemahaman	Relevan karena keduanya melakukan penelitian tentang seberapa efektif simulasi PhET	Meskipun penelitian terbatas pada satu sekolah dan sampel kecil, itu kuat secara statistik dan relevan untuk

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Belajar dan Pemahaman Konsep Peserta Didik tentang Materi Gerak Harmonik Sederhana	Rosenti Pasaribu (2023).	pada minat dan pemahaman konsep siswa sekolah menengah atas.		konsep peserta didik pada materi gerak harmonik sederhana.	dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep fisika dan dorongan belajar mereka.	konteks pembelajaran eksperimen.
5	Pemanfaatan PhET Interactive Simulation sebagai Sumber Belajar Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Menengah Pertama	Noverma, Perawati, & Susanti (2024).	Menggunakan Simulasi Interaktif PhET sebagai sumber pembelajaran IPA di SMP.	Kualitatif deskriptif (observasi, wawancara, dan kuesioner).	Penggunaan PhET Interactive Simulation meningkatkan pemahaman konsep gaya, listrik, dan gerak serta motivasi belajar siswa.	Sangat relevan karena membahas bagaimana PhET Simulation dapat diterapkan pada SMP dengan tema gaya dan gerak yang sama.	Sementara penelitian menunjukkan bahwa PhET meningkatkan pemahaman, ia belum membandingkannya dengan media non-digital.
6	Pengaruh Media Virtual Laboratorium Simulasi PhET pada Materi Fisika Hukum Hooke terhadap Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI	Jania, Suswati, & Rosmiati (2022)	Mengetahui bagaimana laboratorium virtual PhET mempengaruhi pemahaman siswa tentang konsep fisika.	Kuasi-eksperimen (Posttest Only Design).	Tidak ditemukan pengaruh signifikan penggunaan PhET terhadap pemahaman konsep siswa SMA pada materi Hukum Hooke.	Relevan karena melakukan penelitian tentang seberapa efektif simulasi PhET dalam pembelajaran fisika, meskipun temuan ini berbeda dari	Menunjukkan bahwa siswa harus siap dengan teknologi dan kemampuan digital agar media simulasi dapat digunakan dengan baik.

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
						mayoritas penelitian.	
7	Pemanfaatan PhET Interactive Simulation dalam Pembelajaran IPA di SMP	Ifzalia, Perawati, & Tri Susanti (2023).	Media animasi PhET meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa.	Kualitatif deskriptif.	Penggunaan PhET Interactive Simulation mempermudah eksplorasi konsep sains dan meningkatkan kolaborasi siswa.	Relevan karena mendukung pembelajaran berbasis inkuiri dengan PhET pada gaya dan gerak.	Menunjukkan bahwa PhET lebih efektif jika guru membantu dan mendorong refleksi siswa.
8	Media Animasi PhET dalam Pembelajaran Fisika SMP	Fauziah & Zalia (2023).	Media animasi PhET meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa.	Penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif.	Media animasi PhET meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep fisika siswa SMP.	Relevan karena memperkuat bukti bahwa visualisasi PhET yang dinamis membantu siswa memahami konsep gaya dan gerak.	Memahami betapa pentingnya visualisasi interaktif untuk menarik perhatian dan meningkatkan pemahaman konsep abstrak.
9	The Effectiveness of Technology-Based PhET Simulation-Assisted PBL Models to Minimize Misconceptions of Force and	Linda Yuni Haryanto & Henry Setya Budhi (2025).	Mengetahui seberapa efektif model PBL dalam simulasi PhET membantu mengurangi miskonsepsi dan meningkatkan pemahama	Kuantitatif, pre-eksperimental (one group pretest–posttest).	Model *Problem Based Learning* berbantuan PhET efektif menurunkan miskonsepsi gaya dan gerak sebesar 9% serta meningkatkan	meningkatkan pembelajaran digital fisika dengan menggunakan simulasi interaktif untuk memperbaiki kesalahpahaman	Kemampuan untuk membandingkan efek PhET dan PBL secara langsung dibatasi oleh desain penelitian yang tidak melibatkan kelompok kontrol.

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Motion Material		n konsep gaya dan gerak.		pemahaman konsep dengan N-Gain 0,42.	siswa tentang konsep gaya dan gerak.	
10	Eksperimen Menggunakan Virtual Lab Berbasis PhET Simulation dalam Pembelajaran Fisika pada Materi Gerak Parabola	Trieana S. Tuhusula dkk. (2020).	Mengetahui bagaimana PhET berfungsi sebagai laboratorium virtual alternatif dan alat bantu untuk memahami konsep gerak parabola.	Eksperimen deskriptif kualitatif melalui observasi dan dokumentasi.	Penggunaan PhET Simulation membantu memahami konsep gerak parabola, menghitung tinggi maksimum dan jarak terjauh, serta memvisualisasikan efek massa dan kecepatan awal.	Eksperimen Pembelajaran Fisika dengan Simulation PhET Virtual Lab pada Materi Gerak Parabola	Karena penelitian tidak melakukan uji statistik, hasilnya kualitatif deskriptif dan tidak dapat diukur secara kuantitatif.
11	Pembelajaran dengan Media PhET Simulator Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa	Elisa, Chairul Rizal, & Barany Fachri (2023) .	Siswa dapat meningkatkan minat mereka dalam belajar dengan menggunakan media PhET Simulator dalam model Discovery Learning.	Menggabungkan kelompok eksperimen dan kontrol	Penggunaan PhET Simulator pada model *Discovery Learning* meningkatkan minat belajar siswa secara signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional.	Relevan untuk inovasi pembelajaran interaktif berbasis teknologi yang berkonsentrasi pada meningkatkan minat dan motivasi siswa untuk belajar.	Tanpa menilai kemampuan kognitif siswa, penelitian ini berkonsentrasi pada aspek afektif (minat).
12	Pengaruh Model	Tamyiza	Mengevaluasi	Quasi-eksperime	Model *Problem*	terkait dengan	Validitas internal

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Problem Based Learning Berbantuan Media PhET Simulation terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik	Firmasari dkk. (2025).	bagaimana model PBL berbantuan media PhET berdampak pada prestasi belajar fisik siswa.	n dengan desain pretest-posttest control group.	*Based Learning* berbantuan PhET Simulation berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar fisika (thitung 3.49 > ttabel 2.00, N-Gain lebih tinggi pada kelas eksperimen.	pembelajaran inovasi yang menggunakan teknologi digital dan pemecahan masalah untuk meningkatkan hasil belajar fisika.	diperkuat dan hasil dapat digeneralisasi dengan desain kelompok kontrol.
13	Development of Learning Media Using a Problem-Based Learning Approach to Increase Student Creativity in Learning High School Physics Through PhET Simulation	Erlinawati Sormin dkk. (2024).	Untuk meningkatkan kreativitas siswa melalui media pembelajaran berbasis PBL dengan PhET Simulation.	R&D menggunakan model ADDIE.	Media pembelajaran berbasis PBL dan PhET Simulation dinyatakan sangat valid (84%) dan praktis (84%) serta mampu meningkatkan kreativitas siswa (84,9%).	relevan dalam pembuatan media digital kreatif yang mendorong kreativitas dan kemandirian siswa di sekolah menengah atas.	R&D yang memiliki validitas yang kuat, tetapi tidak mengukur dampak langsung terhadap capaian kognitif siswa.
14	The Influence of the Problem Based Learning (PBL)	Dian Molamahu dkk. (2025).	Ketahui bagaimana model PBL berbantuan PhET Simulation mempenga	Kuasi eksperimen menggunakan desain Pretest-Posttest	Model PBL berbantuan PhET Simulation meningkatkan hasil belajar siswa	Relevan karena menunjukkan bahwa PBL dan PhET berfungsi	Karena tidak ada kelompok kontrol, hasil belajar yang lebih baik tidak dapat

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Model Assisted by PhET Simulation on Students' Learning Outcomes in Parabolic Motion Material		ruhi hasil belajar siswa tentang materi gerak parabola.	One Group.	(rata-rata posttest 84,3; N-Gain tinggi 0,78.	baik untuk memahami konsep fisika abstrak seperti gerak parabola.	dibandingkan dengan pendekatan lain.
15	Pengaruh Penggunaan PhET Simulation Hukum Newton sebagai Media Pembelajaran IPA Berbasis ICT terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa	Winda Aulia dkk. (2025).	Ketahui bagaimana penggunaan simulator PhET berdampak pada kemampuan proses sains siswa.	Quasi-eksperimen dengan desain grup kontrol yang tidak sebanding.	Penggunaan PhET Simulation Hukum Newton meningkatkan keterampilan proses sains siswa secara signifikan (sig. 0.001 < 0.05.	Relevan dengan penggunaan media berbasis ICT yang meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis dan berpikir ilmiah.	Hasil signifikan secara statistik, tetapi mereka tidak menjelaskan bagaimana masing-masing indikator keterampilan proses sains dibandingkan satu sama lain.

Pembahasan

Berdasarkan analisis terhadap penelitian terdahulu yang mengkaji penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran sains dan fisika di Indonesia, dapat disimpulkan bahwa PhET merupakan alat pembelajaran digital yang berkontribusi dalam meningkatkan hasil belajar, pemahaman konsep, serta motivasi dan keterlibatan siswa. Hasil penelitian yang dilakukan pada jenjang SMP hingga perguruan tinggi menunjukkan peningkatan yang konsisten pada kemampuan kognitif dan afektif peserta didik.

Pada aspek kognitif, sebagian besar penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan pola *pretest–posttest* dan melaporkan nilai *N-Gain* pada kategori sedang hingga tinggi, yaitu sekitar 0,60–0,78. Tupalessy dkk. (2021) menunjukkan bahwa integrasi PhET dengan Discovery Learning dapat mendukung pemahaman konsep gerak harmonik sederhana, sedangkan Fadholi dkk. (2025) menunjukkan kontribusinya terhadap kemampuan pemecahan masalah melalui Guided Inquiry. Potensi tersebut berkaitan dengan karakteristik PhET yang memungkinkan siswa memanipulasi variabel, mengamati perubahan fenomena, serta menghubungkan representasi

visual dengan konsep dan hubungan matematis. Dengan demikian, PhET dapat membantu menjembatani karakter abstrak konsep fisika dengan pengalaman belajar yang lebih konkret dan dapat diamati.

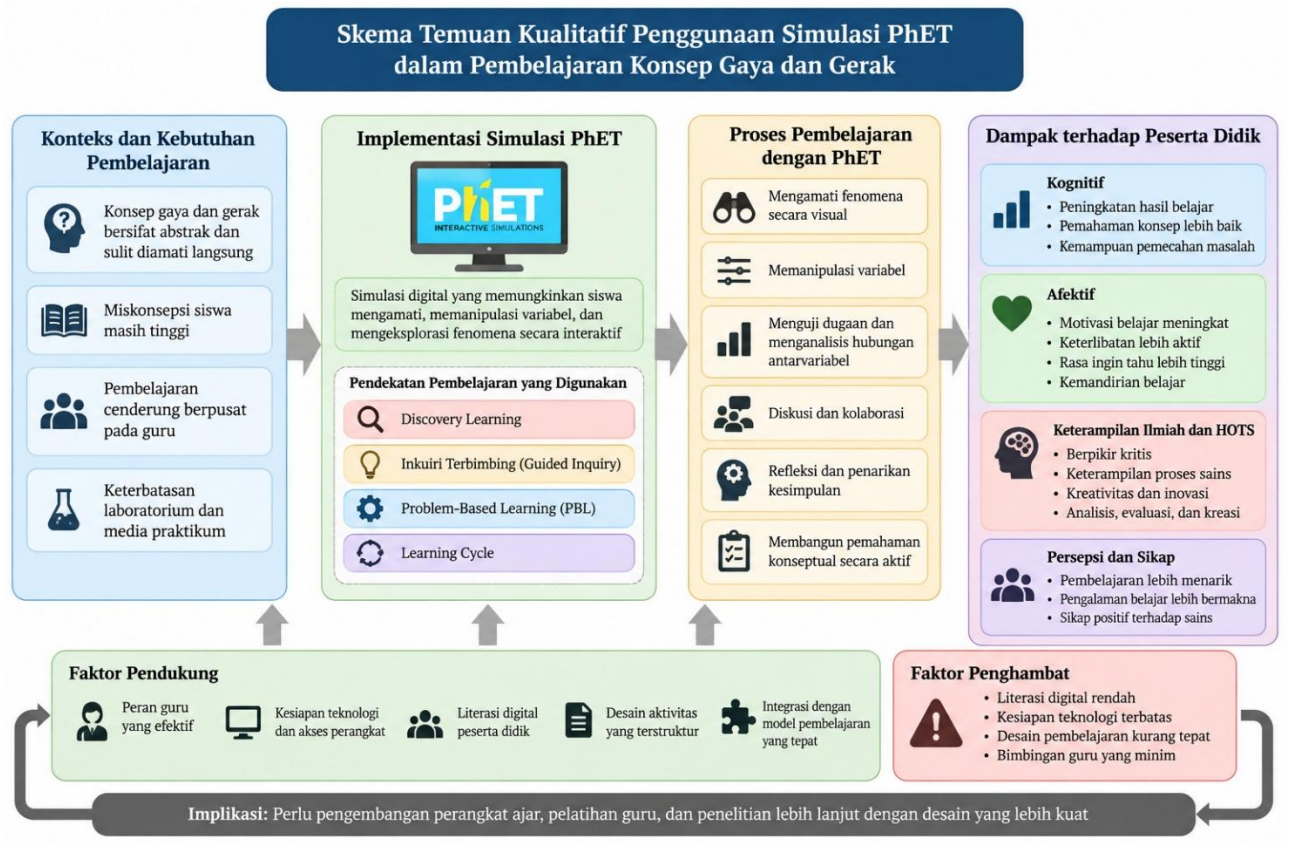
Temuan tersebut dapat dipahami dalam perspektif teori belajar konstruktivisme, yaitu bahwa pengetahuan dibangun melalui aktivitas dan interaksi peserta didik dengan lingkungan belajar. Simulasi PhET menyediakan lingkungan virtual yang memungkinkan siswa melakukan pengamatan, eksplorasi, percobaan, dan pengujian hubungan antarvariabel secara relatif aman dan fleksibel. Arifin dkk. (2022), misalnya, menunjukkan peningkatan pemahaman konsep suhu dan kalor melalui pembelajaran berbasis PhET dalam konteks pembelajaran daring. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa fungsi PhET tidak terbatas pada pembelajaran tatap muka, tetapi juga dapat mendukung pembelajaran ketika akses terhadap laboratorium fisik terbatas. Dengan demikian, nilai pedagogis PhET terletak pada kemampuannya menyediakan pengalaman eksperimen yang dapat diulang dan dimodifikasi sesuai kebutuhan pembelajaran.

Kontribusi PhET juga terlihat pada aspek afektif. Amala dkk. (2020) dan Ifzalia dkk. (2023) melaporkan bahwa penggunaan PhET dapat meningkatkan antusiasme dan keterlibatan siswa karena memberikan pengalaman belajar yang interaktif. Elisa dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa penggunaan PhET dalam Discovery Learning dapat meningkatkan motivasi belajar dibandingkan pembelajaran konvensional. Karakter interaktif tersebut memungkinkan siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga melakukan eksplorasi dan melihat konsekuensi dari perubahan variabel yang mereka lakukan. Oleh karena itu, peningkatan motivasi dan keterlibatan yang dilaporkan dalam beberapa penelitian dapat dipahami sebagai konsekuensi dari meningkatnya kesempatan siswa untuk berinteraksi langsung dengan fenomena yang dipelajari.

Selain pemahaman konsep dan motivasi, integrasi PhET dengan model pembelajaran tertentu menunjukkan potensi terhadap pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Firmasari dkk. (2025) dan Winda Aulia dkk. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan PhET dalam Problem-Based Learning (PBL) dapat mendukung kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains. Dalam konteks tersebut, simulasi tidak digunakan sekadar untuk menampilkan fenomena, tetapi menjadi sumber data yang dapat digunakan siswa untuk mengidentifikasi variabel, menguji alternatif penyelesaian, menganalisis hubungan sebab-akibat, dan menyusun kesimpulan berdasarkan bukti. Erlinawati Sormin dkk. (2024) dan Elisa dkk. (2023) juga menunjukkan potensi PhET dalam mendukung kreativitas dan inovasi siswa. Temuan tersebut memperluas fungsi PhET dari media untuk meningkatkan hasil belajar menjadi perangkat yang dapat mendukung pengembangan Higher-Order Thinking Skills (HOTS) ketika diintegrasikan dengan aktivitas pemecahan masalah dan penemuan.

Sintesis dari penelitian terdahulu dapat digambarkan melalui skema pada Gambar 1.

Namun demikian, sintesis penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan PhET tidak secara otomatis menghasilkan peningkatan pembelajaran. Jania dkk. (2022), misalnya, melaporkan bahwa penggunaan PhET pada materi Hukum Hooke belum memberikan peningkatan yang signifikan terhadap pemahaman konsep siswa. Temuan tersebut penting karena menunjukkan bahwa keberadaan simulasi digital saja belum cukup untuk menjamin keberhasilan pembelajaran. Jullyantama dkk. (2024) menegaskan pentingnya kemampuan guru dalam memberikan bimbingan, mengarahkan eksplorasi, dan merancang aktivitas simulasi secara terstruktur. Dengan demikian, perbedaan hasil antarpenelitian dapat berkaitan dengan bagaimana siswa diarahkan untuk menggunakan simulasi, bukan semata-mata dengan kualitas teknis media yang digunakan. PhET perlu ditempatkan dalam suatu desain pedagogis yang menghubungkan aktivitas eksplorasi dengan pertanyaan, diskusi, refleksi, dan konstruksi konsep.



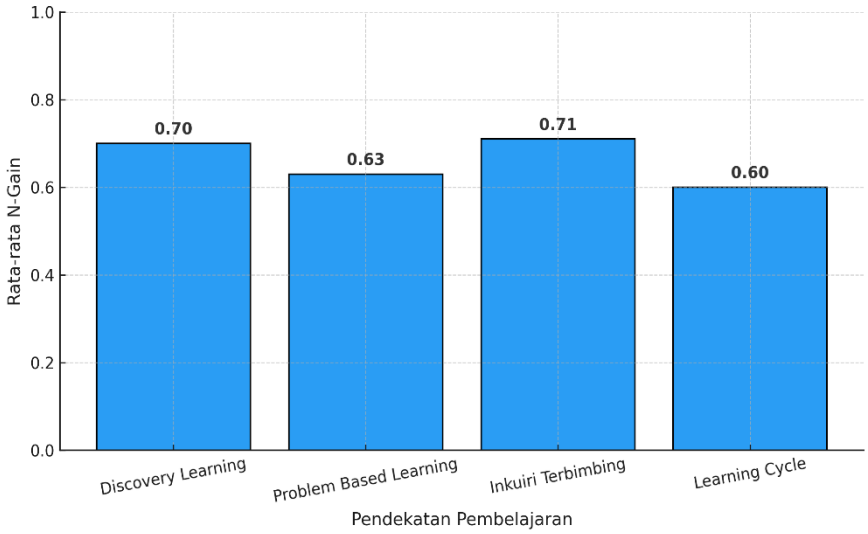
Gambar 1. Skema temuan kualitatif penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran konsep Gaya dan Gerak.

Keterangan: skema ini dirangkum dari hasil sintesis berbagai penelitian yang dianalisis dalam kajian ini.

Nilai *N-Gain* tertinggi terdapat pada Guided Inquiry (0,71) dan Discovery Learning (0,70), diikuti Problem-Based Learning (0,63) dan Learning Cycle (0,60). Pola ini menunjukkan kecenderungan bahwa pendekatan yang memberikan kesempatan lebih besar kepada siswa untuk melakukan eksplorasi, mengamati fenomena, memanipulasi variabel, menguji dugaan, dan membangun konsep melalui proses penemuan dapat mendukung pemanfaatan PhET secara efektif. Temuan tersebut konsisten dengan hasil Tupalessy dkk. (2021) dan Ifzalia dkk. (2023) yang menunjukkan kontribusi integrasi PhET dengan aktivitas penemuan dan inkuiri terhadap pemahaman konsep serta keterlibatan siswa.

Temuan tersebut diperjelas oleh perbandingan nilai *N-Gain* berdasarkan pendekatan pembelajaran pada Gambar 2.

Meskipun demikian, perbedaan nilai *N-Gain* tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati. Nilai 0,70 dan 0,71 menunjukkan perbedaan yang sangat kecil, sedangkan masing-masing nilai berasal dari penelitian dengan karakteristik peserta didik, materi, instrumen, durasi pembelajaran, dan desain penelitian yang berbeda. Oleh karena itu, data pada Gambar 1 lebih tepat dipahami sebagai kecenderungan pola efektivitas, bukan sebagai bukti bahwa Guided Inquiry atau Discovery Learning secara mutlak lebih unggul daripada pendekatan lainnya. Kecenderungan tersebut justru memperkuat argumen bahwa karakteristik pedagogis dari model pembelajaran perlu dipertimbangkan ketika mengintegrasikan PhET.



Gambar 2. Kecenderungan Efektivitas Simulasi PhET Berdasarkan Pendekatan Pembelajaran

Dalam konteks tersebut, peran guru menjadi faktor penting. PhET menyediakan lingkungan untuk melakukan eksplorasi dan visualisasi, tetapi model pembelajaran memberikan struktur agar aktivitas tersebut berkembang menjadi proses berpikir ilmiah. Pada Guided Inquiry dan Discovery Learning, misalnya, siswa memperoleh ruang untuk mengeksplorasi fenomena sekaligus mendapatkan arahan melalui pertanyaan atau tahapan pembelajaran. Pada PBL, simulasi dapat menjadi sarana untuk memperoleh informasi dan menguji solusi terhadap masalah. Dengan demikian, manfaat PhET lebih tepat dipahami sebagai hasil interaksi antara karakteristik media, strategi pedagogis, aktivitas siswa, dan fasilitasi guru.

Temuan ini sejalan dengan kajian Koryataini dkk. (2024) yang mengidentifikasi tiga kontribusi utama penelitian PhET di Indonesia, yaitu peningkatan hasil belajar konseptual, pengembangan keterampilan ilmiah, serta peningkatan keaktifan dan motivasi belajar. Namun, kajian tersebut juga menunjukkan adanya keterbatasan metodologis, terutama kurangnya analisis kuantitatif seperti *effect size* dan keterbatasan perbandingan antar-model pembelajaran berbasis PhET. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa bukti mengenai efektivitas PhET masih perlu diperkuat melalui penelitian dengan desain yang lebih ketat dan pelaporan hasil yang memungkinkan perbandingan lintas penelitian.

Secara keseluruhan, sintesis menunjukkan bahwa PhET memiliki potensi yang luas untuk mendukung pembelajaran fisika yang aktif, visual, dan berbasis eksplorasi. Kontribusinya terlihat pada berbagai aspek, mulai dari pemahaman konsep dan hasil belajar hingga motivasi, keterampilan proses, pemecahan masalah, kreativitas, dan HOTS. Namun, temuan yang tidak konsisten juga menunjukkan bahwa efektivitas PhET tidak semata-mata merupakan karakteristik media, melainkan sangat berkaitan dengan kualitas integrasi pedagogisnya. Oleh karena itu, PhET sebaiknya tidak diposisikan sebagai pengganti strategi pembelajaran, tetapi sebagai teknologi yang memperkuat strategi tersebut melalui pengalaman mengamati, menyelidiki, memanipulasi variabel, memecahkan masalah, merefleksikan hasil, dan membangun kesimpulan berbasis bukti. Perspektif ini menempatkan PhET sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran konstruktivistik yang dapat mendukung pembelajaran IPA yang lebih interaktif, reflektif, dan berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21.

Kesimpulan

Hasil *systematic literature review* menunjukkan bahwa PhET berpotensi mendukung peningkatan pemahaman konsep, hasil belajar, motivasi, keterampilan proses sains, dan

kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran fisika, dengan efektivitas yang cenderung lebih kuat ketika simulasi diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran yang memberikan ruang bagi eksplorasi, penemuan, dan penyelidikan, seperti *Guided Inquiry* dan *Discovery Learning*. Temuan *N-Gain* menunjukkan kecenderungan efektivitas pada *Guided Inquiry* (0,71), *Discovery Learning* (0,70), *Problem-Based Learning* (0,63), dan *Learning Cycle* (0,60), meskipun perbedaan tersebut tidak dapat dimaknai sebagai keunggulan mutlak karena berasal dari penelitian dengan karakteristik yang berbeda.

Implikasi dari temuan ini merekomendasikan bahwa PhET sebaiknya tidak digunakan sebagai media yang berdiri sendiri, tetapi diintegrasikan ke dalam desain pembelajaran yang terstruktur melalui aktivitas eksplorasi, bimbingan, pemecahan masalah, refleksi, dan penarikan kesimpulan berbasis bukti. Temuan ini memberikan implikasi bagi pendidik untuk mempertimbangkan kesesuaian model pedagogis dan peran guru ketika memanfaatkan simulasi digital, sedangkan penelitian selanjutnya perlu menggunakan desain yang lebih terkontrol dan pelaporan kuantitatif yang memungkinkan perbandingan efektivitas antarpendekatan secara lebih kuat.

Referensi

Adha, A. R., Nasikhuddin, N., & Sutopo, S. (2023). Exploring student's misconception in force and motion using the FCI. *SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika).*

Amala, I., Indrawati, I., & Wicaksono, I. (2020). Efektivitas aplikasi PhET disertai LKS materi gerak dan gaya untuk pembelajaran IPA di SMP. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika, 5*(2), 85–91. https://doi.org/10.22437/edufisika.v5i02.9960

Arifin, M. M., Prastowo, S. B., & Harijanto, A. (2022). Efektivitas penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran online terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika, 11*(1), 16. https://doi.org/10.19184/jpf.v11i1.30612

Aulia, W., Resti, V. D. A., & Berlian, L. (2025). Pengaruh penggunaan PhET simulation Hukum Newton sebagai media pembelajaran IPA berbasis ICT terhadap keterampilan proses sains siswa. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA, 7*(1), 234–243. https://doi.org/10.29100/.v7i1.5707

Bahtaji, M. A. A. (2023). Examining the physics conceptions, science engagement and misconceptions of undergraduate students in STEM. *Journal of Baltic Science Education, 22*(1), 10–19. https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.10

Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical Review Physics Education Research, 17*(2), 023108. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108

Chinaka, T. W. (2021). The effect of PhET simulation vs. phenomenon-based experiential learning on students' integration of motion along two independent axes in projectile motion. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 25*(2), 185–196. https://doi.org/10.1080/18117295.2021.1969739

Elisa, E., Rizal, C., & Fachri, B. (2023). Pembelajaran dengan media PhET simulator model discovery learning untuk meningkatkan minat belajar siswa. *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat (JURIBMAS), 2*(2), 108–113. https://doi.org/10.62712/juribmas.v2i2.128

Fadholi, A. H., Kosim, K., Zuhdi, M., & Ayub, S. (2025). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan media PhET terhadap kemampuan pemecahan masalah. *Kappa Journal, 9*(1), 121–128. https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.29651

Fauziah, A., & Zalia, I. (2023). Media animasi PhET dalam pembelajaran fisika SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 19*(2), 102–110.

Firmasari, T., Verawati, N. N. S. P., Makhrus, M., & Gunawan, G. (2025). Pengaruh model *Problem-Based Learning* berbantuan media PhET simulation terhadap hasil belajar fisika peserta didik. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal), 6*(1), 32–39. https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i1.515

Haryanto, L. Y., & Budhi, H. S. (2025). The effectiveness of technology-based PhET simulation-assisted PBL models to minimize misconceptions of force and motion material. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika, 18*(2), 45–55. https://doi.org/10.37729/radiasi.v18i2.6536

Ifzalia, N., Perawati, D., & Susanti, T. (2023). Pemanfaatan PhET Interactive Simulation dalam pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Sains, 8*(1), 45–52

Jania, A., Suswati, L., & Rosmiati, R. (2022). Pengaruh media virtual laboratorium simulasi PhET pada materi fisika Hukum Hooke terhadap pemahaman konsep siswa kelas XI. *Gravity Edu: Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Fisika, 5*(1), 14–18. https://doi.org/10.33627/ge.v5i1.905

Jullyantama, D. P., Tanjung, L. A., & Nursulistiyo, E. (2024). Meningkatkan pemahaman konsep fisika melalui simulasi berbasis web di Live Worksheets. *Jurnal Praktik Baik Pembelajaran Sekolah dan Pesantren, 3*(1), 37–46. https://doi.org/10.56741/pbpsp.v3i01.479

Khoirunnisa, R., Syuhendri, Kistiono, & Afifa, M. (2024). Misconceptions of high school students on motion and force using the Force Concept Inventory (FCI). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 10*(5), 2711–2720. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.6979

Koryataini, L., Sumo, M., Minnah, L., Solehah, S., & Khoiroh, A. R. A. (2024). Analisis penggunaan media pembelajaran PhET pada materi gelombang berjalan dan stasioner: A review literatur. *MUTIARA: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia, 2*(3), 120–138. https://doi.org/10.61404/jimi.v2i3.256

Lestari, P. D., & Mansyur, J. (2021). The influence of the online PhET simulation-assisted using direct instruction on student's conceptual understanding of parabolic motion. *Journal of Physics: Conference Series, 2126*(1), 012013. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2126/1/012013

Liu, G., & Fang, N. (2016). Student misconceptions about force and acceleration in physics and engineering mechanics education. *International Journal of Engineering Education, 32*(1), 19–29.

Luchembe, D., & Shumba, O. (2022). Employing practical work, computer simulations and feedback: Promoting introductory physics students' learning of circular and rotational motion. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 26*(3), 260–274. https://doi.org/10.1080/18117295.2022.2137660

Maryani, W. I., & Atmojo, I. R. W. (2024). Misconceptions of science learning on force and motion material for elementary school. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(2), 219–231. https://doi.org/10.30659/pendas.11.2.219-231

Molamahu, D., Buhungo, T. J., Payu, C. S., & Arbie, A. (2025). The influence of the Problem Based Learning (PBL) model assisted by PhET simulation on students' learning outcomes in parabolic motion material. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ), 8*(1), 133–146. https://doi.org/10.30862/kpej.v8i1.821

Nie, Y., Xiao, Y., Fritchman, J. C., Liu, Q., Han, J., Xiong, J., & Bao, L. (2019). Teaching towards knowledge integration in learning force and motion. *International Journal of Science Education, 41*(16), 2271–2295. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1672905

Noverma, N., Perawati, P., & Susanti, T. (2024). Pemanfaatan PhET interactive simulation sebagai sumber belajar ilmu pengetahuan alam di sekolah menengah pertama. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia), 9*(4), 40–44. https://doi.org/10.29210/025377jpgi0005

Oke, S. W. N., Maing, C. M. M., & Pasaribu, R. (2023). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis simulasi PhET terhadap minat belajar dan pemahaman konsep peserta didik pada materi gerak harmonik sederhana. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika UNWIRA, 1*(1), 51–58. https://doi.org/10.30822/magneton.v1i1.2056

Permata Sari, D., & Madlazim, M. (2022). Computer simulation in mechanics teaching and learning: A case study on students' understanding of force and motion. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya, 5*(2), 33–43. https://doi.org/10.26740/jpfa.v5n2.p33-43

Pranata, O. D. (2023). Enhancing conceptual understanding and concept acquisition of gravitational force through guided inquiry utilizing PhET simulation. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi, 15*(1), 44–52. https://doi.org/10.31958/js.v15i1.9191

Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology, 70*, 747–770. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803

Siregar, J., Mawaddah, H., Khairiah, K., Berliani, H., Nasution, L. A., Putri, N. A., Derlina, D., Pramudito, R., & Ehkan, P. (2024). Exploration of the use of PhET simulation on Newton's law materials to improve student physics learning outcomes. *Jurnal Eduscience, 11*(3). https://doi.org/10.36987/jes.v11i3.6590

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 104*, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Sormin, E., Sinaga, G. H., & Marbun, J. (2024). Pengembangan media pembelajaran dengan pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan kreativitas siswa dalam pembelajaran fisika SMA melalui PhET simulation. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP), 5*(2), 309–321. https://doi.org/10.55583/jkip.v5i2.1037

Triani, E., & Fahlani, I. (2024). Five-tier format misconception diagnostic instrument: Systematic literature review. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika, 9*(3), 313–321. https://doi.org/10.59052/edufisika.v9i3.38725

Tuhusula, T. S., Pattana, B., Randai, E., Wateriri, D. R., & Walukow, A. F. (2020). Eksperimen menggunakan virtual lab berbasis PhET simulation dalam pembelajaran fisika pada materi gerak parabola. *Jurnal Pendidikan Fisika, 9*(2), 128–135.

Tupalessy, A., Kereh, C. T., & Singerin, S. (2021). Penggunaan laboratorium virtual PhET dalam model discovery learning pada materi gerak harmonik sederhana. *Science Map Journal, 3*(2), 47–55. https://doi.org/10.30598/jmsvol3issue2pp47-55

Verawati, N. N. S. P., Handriani, L. S., & Prahani, B. K. (2022). The experimental experience of motion kinematics in biology class using PhET virtual simulation and its impact on learning outcomes. *International Journal of Essential Competencies in Education, 1*(1), 11–17. https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.729

Wancham, K., Tangdhanakanond, K., & Kanjanawasee, S. (2023). Sex and grade issues in influencing misconceptions about force and laws of motion: An application of cognitively diagnostic assessment. *International Journal of Instruction, 16*(2), 437–456. https://doi.org/10.29333/iji.2023.16224a

Warneri, W., Salam, U., Putri, W. A., Imandari, R. Z., Pratiwi, R. D., & Chairunnisa, T. (2024). Utilization, simulation and learning: The virtual laboratory learning media PhET for outcomes learning. *JTP—Jurnal Teknologi Pendidikan, 26*(3), 960–970. https://doi.org/10.21009/jtp.v26i3.49832

Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research, 39*(1), 93–112. https://doi.org/10.1177/0739456X17723971