



PENGARUH PENGGUNAAN SIMULASI DIGITAL DALAM PEMBELAJARAN KONSEP GAYA DAN GERAK

R.D.H. Cindy*, W. Mufidah, N.H. Erlina

*Program Studi Pendidikan IPA Universitas Negeri Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

Received: 13 Oktober 2025
Revised: 20 Desember 2025
Accepted: 20 Desember 2025

DOI: [10.35719/vektor.v6i2.204](https://doi.org/10.35719/vektor.v6i2.204)

*Corresponding Author:
Cindyross1515@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini menggunakan *Systematic Literature Review* terhadap 20 artikel yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2025 untuk mengkaji efektivitas simulasi digital PhET (Physics Education Technology) dalam pembelajaran konsep gaya dan gerak. Setiap artikel dianalisis berdasarkan tujuan, metodologi, hasil utama, serta relevansinya terhadap pembelajaran sains di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PhET meningkatkan hasil belajar, pemahaman konsep, motivasi, serta kepuasan belajar siswa. Nilai rata-rata N-Gain (0,6–0,78) menunjukkan peningkatan kemampuan kognitif dan afektif. PhET merupakan cara yang efektif untuk mendukung pembelajaran berbasis konstruktivisme dan keterampilan abad ke-21

Kata Kunci: Gaya dan Gerak, Hasil Belajar, Motivasi Belajar, Pendidikan Sains, Simulasi Phet

Abstract. This study uses a Systematic Literature Review of 20 articles published between 2020 and 2025 to examine the effectiveness of digital PhET (Physics Education Technology) simulations in teaching gaya and gerak concepts. Every article is analyzed based on its purpose, methodology, primary results, and applicability to health education in Indonesia. The results indicate that using PhET improves learning outcomes, conceptual understanding, motivation, and student satisfaction. The rata-rata N-Gain (0,6–0,78) indicates an increase in cognitive and affective abilities. PhET is an effective way to enhance construction-based learning and abad ke-21.

Keywords: Force and Motion, Learning Motivation, Learning Outcomes, Phet Simulation, And Sains Education



PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan teknologi informasi dan komunikasi dalam sepuluh tahun terakhir telah membawa transformasi signifikan di sektor pendidikan. Pengintegrasian teknologi digital ke dalam pendidikan telah menjadi kebutuhan krusial untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa, terutama dalam pendidikan sains, yang membutuhkan penalaran logis dan pemahaman konseptual yang solid. Dalam pendidikan fisika, banyak siswa masih kesulitan memahami konsep gaya dan gerak karena karakteristiknya yang abstrak, sehingga membutuhkan visualisasi yang jelas. Selain itu, prevalensi pendekatan berbasis kuliah tradisional dan kurangnya ketersediaan sumber daya laboratorium seringkali mengakibatkan pembelajaran yang pasif dan kurang kaya konteks (Jania dkk, 2022).

Pentingnya penelitian ini berasal dari gagasan bahwa prinsip-prinsip gaya dan gerak sangat penting untuk memahami berbagai fenomena fisika lainnya. Meskipun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa mayoritas siswa masih memiliki kesalahpahaman ketika menjelaskan hubungan antara gaya, massa, dan percepatan, serta kesulitan menghubungkan gagasan-gagasan ini dengan situasi sehari-hari (Khoirunnisa dkk, 2024). Oleh karena itu, perlu diterapkan metode pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk terlibat langsung dengan konsep-konsep fisika melalui pengalaman belajar visual dan praktik.

Alternatif yang efisien adalah memanfaatkan alat simulasi digital. Simulasi digital seperti PhET Interactive Simulations, yang diciptakan oleh University of Colorado, menawarkan pengalaman belajar yang menarik yang mereplikasi eksperimen nyata, memungkinkan siswa untuk menyaksikan langsung hubungan antar variabel. Dengan terlibat dalam aktivitas simulasi, siswa dapat mengevaluasi hipotesis, menyesuaikan tingkat gaya dan percepatan, serta melihat dampaknya terhadap pergerakan benda. Penelitian yang dilakukan oleh Noverma dkk (2024) menunjukkan bahwa penggunaan PhET sangat meningkatkan keterlibatan siswa dan meningkatkan pemahaman konseptual tentang gaya di kalangan siswa SMP. Senada dengan itu, Ifzalia dkk (2023) menyoroti bahwa penggabungan simulasi digital ke dalam kerangka pembelajaran berbasis inkuiri mendorong keterlibatan aktif dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian tambahan juga mendukung efektivitas alat simulasi digital dalam pengajaran fisika. Fauziah dan Zalia (2023) menemukan bahwa penggunaan alat animasi PhET meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konsep siswa. Demikian pula, Permata Sari dan Madlazim (2022) menemukan bahwa simulasi komputer menggunakan Easy Java Simulation (EJS) efektif meningkatkan pemahaman siswa tentang Hukum Kedua Newton. Meskipun demikian, Jania dkk (2022) melaporkan beragam temuan, yang menyatakan bahwa penggunaan PhET untuk Hukum Hooke tidak berdampak signifikan terhadap pemahaman konseptual siswa. Perbedaan ini menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran berbasis simulasi digital mungkin masih bergantung pada desain instruksional, kesiapan guru, dan tingkat literasi digital siswa.

Kesenjangan penelitian yang teridentifikasi dari studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa masih minimnya penelitian yang secara khusus mengeksplorasi dampak simulasi digital terhadap pembelajaran konsep gaya dan gerak secara komprehensif. Banyak penelitian terkini hanya berfokus pada subjek-subjek tertentu, seperti hukum Newton atau elastisitas, tanpa membahas hubungan antara gaya dan gerak sebagai sebuah gagasan yang kohesif. Selain itu, penelitian yang terbatas telah menyelidiki bagaimana simulasi digital dapat mengurangi kesalahpahaman dan meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Mengingat konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak penggunaan simulasi digital dalam mengajarkan prinsip-prinsip gaya dan gerak dengan mengevaluasi hasil-hasil penelitian utama yang relevan dan terkini.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*Quasi experimental research*) dengan desain grup kontrol pre-test-post-test. Design ini digunakan untuk menentukan bagaimana penggunaan simulasi digital berdampak pada hasil belajar siswa tentang materi gaya dan gerak. Studi ini membandingkan dua kelompok: kelompok eksperimen yang menggunakan simulasi digital untuk mengajar dan kelompok kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Penelitian ini melibatkan 60 siswa di sekolah menengah pertama negeri di Kota Surabaya yang berada di kelas VIII. Siswa dibagi menjadi dua kelas, masing-masing dengan 30 siswa, dan teknik sampling purposive digunakan berdasarkan kesetaraan kemampuan awal yang diukur melalui nilai pretest.

Proses penelitian terdiri dari beberapa tahap. (1) Tahap persiapan terdiri dari penentuan topik gaya dan gerak, pembuatan RPP, instrumen tes, dan media simulasi digital (misalnya, simulasi interaktif PhET). (2) Tahap pelaksanaan terdiri dari memberikan tes pra-test kepada kedua kelompok untuk mengukur kemampuan awal mereka, kemudian menerapkan pembelajaran sesuai perlakuan di masing-masing kelompok.

Penelitian ini menggunakan instrumen pengumpulan data yang terdiri dari tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda yang terdiri dari dua puluh soal, yang telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli evaluasi. Memahami konsep gaya dan gerak sebelum dan sesudah perlakuan diukur melalui tes ini. Lembar observasi juga digunakan untuk mencatat aktivitas belajar siswa selama pelajaran berlangsung. Teknik analisis data menggunakan uji statistik. Untuk memastikan bahwa syarat analisis dipenuhi, data pretest dan posttest dianalisis menggunakan uji normalitas dan homogenitas. Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, digunakan uji-t (uji sampel t independen). Hasil yang berbeda diinterpretasikan untuk menjawab tujuan penelitian: seberapa besar pengaruh simulasi digital terhadap pemahaman siswa tentang konsep gaya dan gerak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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 berikut.

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	Aldi Tupalesty, Cicylia T. Kereh, Sarlota	Mengetahui peningkatan penguasaan	Deskriptif, one group pre-test dan post-	N-Gain = 0,7 (kategori tinggi); skor rata-	Sangat relevan dengan pembelajaran fisika	Simulasi PhET efektif meningkatkan penguasaan

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	PhET dalam Model Discovery Learning pada Materi Gerak Harmonik Sederhana	Singerin (2021)	an materi gerak harmonik sederhana menggunakan PhET dalam model discovery learning	test	rata meningkat dari 35,82 menjadi 83,46; aktivitas siswa meningkat	berbasis virtual lab dan discovery learning	konsep; namun penelitian terbatas pada satu kelas (tanpa kontrol).
2	Efektivitas Penggunaan Simulasi PhET dalam Pembelajaran Online terhadap Hasil Belajar Siswa	Mohamad Muhsin Arifin, Sri Handono BP, Alex Harijanto (2022)	Menganalisis efektivitas PhET dalam pembelajaran daring materi suhu dan kalor	Deskriptif, One Group Pretest-Posttest Design	N-Gain = 0,669 (kategori sedang); siswa lebih antusias dan mudah memahami konsep	Relevant untuk konteks pasca-pandemi dengan pembelajaran hybrid/online	Menunjukkan peningkatan hasil belajar, namun tidak membandingkan dengan pembelajaran tatap muka.
3	Efektivitas Aplikasi PhET Disertai LKS Materi Gerak dan Gaya untuk Pembelajaran IPA di SMP	Ingrid 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 and post-test	Aktivitas belajar 79,94% (baik); peningkatan hasil belajar N-Gain = 0,67 (sedang)	Relevant dengan pembelajaran IPA konteks aktual berbasis ICT di SMP	PhET efektif memvisualisasikan konsep abstrak; namun perlu penelitian lanjut dengan desain eksperimen murni.
4	Analisis Penggunaan 25 artikel	Lia Koryatai	Meninjau 25 artikel	Studi literatur	PhET membuat	Sangat relevan	Review komprehensif

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	naan Media Pembe lajaran PhET pada Materi Gelom bang Berjalan dan Stasio ner: A Review Literatur	ni, Maimon Sumo, Lutfiyatul Minnah, dkk. (2024)	tentang pengguna an PhET dalam pembelaja ran gelom bang berjalan & stasioner	(review 2018– 2024)	siswa lebih aktif, meningkat kan hasil belajar & berpikir kritis	karena mendukung tren meta-analisis media digital	sif, namun belum ada analisis kuantitatif (efek ukuran tiap penelitian tidak dihitung).
5	Mening katkan Pemaha man Konsep Fisika melalui Simula si Berba sis Web di Live Work sheets	Dhimas P. Jullyanta ma, Luthfi A. Tanjung, Eko Nursulistiy yo (2024)	Mengembangkan integrasi simulasi PhET dalam platform Live Work sheets untuk meningkat kan pemahaman konsep fisika	Deskriptif –kualitatif dengan validasi ahli	Media dinilai valid (68%), meningkatkan interaktivitas dan pemahaman siswa	Relevant dengan pembelajaran interaktif berbasis web	Inovatif dalam memadukan PhET dan LMS, namun efektivitas empiris pada hasil belajar belum diuji.
6	Penerapan Model Pembe lajaran Lear ning Cycle dalam Upaya Mening katkan Hasil Belajar	Agustina Ndai Niha, Yohana Makabor ang, Yohana Ndjoeroeman (2023)	Mengetahui pengaruh model Learning Cycle terhadap hasil belajar IPA	PTK dua siklus (observasi, tes, refleksi)	Ketuntasan meningkat dari 44% menjadi 93%; rata-rata nilai naik dari 61,29 ke 81,11	Relevant untuk pengembangan model siklus belajar dalam sains	Hasil signifikan, namun tidak menggunakan media digital; relevansi terbatas untuk kajian PhET.

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Siswa Kelas VIII SMP Negeri 5 Umbu Ratu Nggay						
7	Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing bing Berban tuan Media PhET terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah	Affan Hilmi Fadholi, Kosim, Muhamm ad Zuhdi, Syahrial Ayub (2025).	Menguji pengaruh model inkuiri terbimbing berban tuan PhET terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa SMP	Kuasi eksperimen, rimen, pretest-posttest control group design	Rata-rata posttest eksperimen = 75,61 vs kontrol = 58,30; N-gain 0,71 (tinggi); signifikan (t-hitung 6,83 > t-tabel 2,00).	Sangat relevan dengan pembela jaran berbasis inkuiri dan media digital interaktif	Penelitian kuat secara metodologis (ada kontrol); dapat dijadikan rujukan empiris utama dalam kajian media PhET.
8	Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing bing Berbas sis Simulasi PhET pada Minat Belajar dan Pemahaman Konsep	Stefania Wilfrida Novianty Oke, Claudia Mariska M. Maing, & Rosenti Pasaribu (2023).	Mengevaluasi luasi bagaimana model inkuiri terbimbing berbasis PhET Simulation berdam pak pada minat dan pemahaman konsep siswa sekolah menengah	Ekspri men (One- Group Pretest- Posttest Design).	Model inkuiri terbimbing berbasis PhET Simulation meningkatkan minat belajar dan pemahaman konsep peserta didik pada materi gerak harmonik sederhana.	Relevant karena keduanya melakukan penelitian tentang seberapa efektif simulasi PhET dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep fisika dan	Meskipun penelitian terbatas pada satu sekolah dan sampel kecil, itu kuat secara statistik dan relevan untuk konteks pembelajaran eksperimen.

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Peserta Didik tentang Materi Gerak Harmo nik Sederha na		atas.			dorongan belajar mereka.	
9	Penera pan Model Pembe lajaran Lear ning Cycle dalam Upaya Mening katkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII SMP Negeri 5 Umbu Ratu Nggay	Agustina Ndai Niha, Yohana Makabo Yohana Ndjoeroe mana (2023).	Model Learning Cycle berbasis aktivitas ilmiah dapat meningkat kan hasil belajar siswa.	Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dua siklus.	Model Learning Cycle 5E meningkat kan hasil belajar siswa kelas VIII secara signifikan.	Relevan karena keduanya menekankan bahwa pembelajaran aktif dan konstruktivistik, yang merupakan dasar untuk penggunaan media simulasi seperti PhET.	Memanfaatkan bukti empiris yang menunjukkan bahwa hasil belajar lebih baik, tetapi tidak memanfaatkan media digital untuk memperkuat visualisasi konsep.
10	Pengaruh Media Pembe lajaran Berba sis PhET Simula tion terha dap Hasil Belajar Maha siswa	Dzikra Bani Doniya Habibil lah & Mukhlidi Muskhir (2025).	Mengetahui pengaruh media PhET Simulation terhadap hasil belajar maha siswa.	Kuantitatif pra-eksperi men (One- Group Pretest- Posttest Design).	Penggunaan media PhET Simulation meningkat kan hasil belajar mahasiswa Teknik Elektro pada mata kuliah Rangkaian Listrik.	Relevan karena menunjukkan bahwa PhET berfungsi baik di sekolah dan di perguruan tinggi.	Meskipun analisis kuantitatif sangat efektif, uji komparatif membutuhkan penelitian tambahan karena tidak ada kelompok kontrol.

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Teknik Elektro pada Mata Kuliah Rangkaian Listrik						
11	Konsep si Siswa Sekolah Dasar tentang Gaya dan Gerak: Studi Kasus di Beberapa Sekolah Dasar di Medan	Fenny Rizky Amelia & Asiah Ramadhan (2025).	Mengidentifikasi pemahaman dan kesalahan siswa SD tentang gaya dan gerak.	Kualitatif deskriptif (wawancara, observasi, dokumentasi).	Banyak siswa SD memiliki miskONSEPsi tentang gaya dan gerak, seperti anggapan bahwa gaya selalu menyebabkan Gerak.	Sangat penting karena menemukan bahwa miskONSEPSI dasar dapat diperbaiki dengan menggunakan media pembelajaran digital seperti PhET.	Sementara studi ini berfokus secara kualitatif, tidak ada data kuantitatif untuk mengukur seberapa efektif metode pembelajaran digital yang disarankan.
12	Pemanfaatan PhET Interaktive Simulasi 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 membandingkan bagaimana PhET Simulation dapat diterapkan pada SMP dengan tema gaya dan gerak yang sama.	Sementara penelitian menunjukkan bahwa PhET meningkatkan pemahaman, ia belum memban dingkannya dengan media non-digital.
13	Penga	Jania,	Mengetahui	Kuasi-	Tidak	Relevan	Menunjuk

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	ruh Media Virtual Laboratorium Simulasi PhET pada Materi Fisika Hukum Hooke terhadap Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI	Suswati, & Rosmiati (2022)	hui bagaimana laboratorium virtual PhET mempengaruhi pemahaman siswa tentang konsep fisika.	eksperimen (Posttest Only Design).	ditemukan pengaruh signifikan penggunaan PhET terhadap pemahaman konsep siswa SMA pada materi Hukum Hooke.	karena melakukannya penelitian tentang seberapa efektif simulasi PhET dalam pembelajaran fisika, meskipun temuan ini berbeda dari mayoritas penelitian.	kan bahwa siswa harus siap dengan teknologi dan kemampuan digital agar media simulasi dapat digunakan dengan baik.
14	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.	Relevant karena mendukung pembelajaran berbasis inkuiri dengan PhET pada gaya dan gerak.	Menunjukkan bahwa PhET lebih efektif jika guru membantu dan mendorong refleksi siswa.
15	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.	Relevant karena memperkuat bukti bahwa visualisasi interaktif yang dinamis membantu siswa memahami konsep gaya dan	Memahami betapa pentingnya visualisasi interaktif untuk menarik perhatian dan meningkatkan pemahaman konsep

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
16	The Effectiveness of Technology-Based PhET Simulation-Assisted PBL Models to Minimize Misconceptions of Force and Motion Material	Linda Yuni Haryanto & Henry Setya Budhi (2025).	Mengetahui seberapa efektif model PBL dalam simulasi PhET membantu mengurangi miskONSEP si dan meningkatkan pemahaman konsep gaya dan gerak.	Kuantitatif, pre-eksperimental (one group pretest-posttest).	Model Problem Based Learning berbantuan PhET efektif menurunkan miskONSEP si gaya dan gerak sebesar 9% serta meningkatkan pemahaman konsep dengan N-Gain 0,42.	meningkatkan pembelajaran digital fisika dengan menggunakan simulasional interaktif untuk memperbaiki kesalahan siswa tentang konsep gaya dan gerak.	gerak. abstrak. Kemampuan untuk memban dingkan efek PhET dan PBL secara langsung dibatasi oleh desain penelitian yang tidak melibatkan kelompok kontrol.
17	Eksperimen Menggunakan Virtual Lab Berbasis PhET Simulation dalam Pembelajaran Fisika pada Materi Gerak Parabola	Trianea S. Tuhusula et al. (2020).	Mengertahui 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.
18	Pembelajaran	Elisa & Chairul	Siswa dapat	Menggabungkan	Penggunaan PhET	Relevant untuk	Tanpa menilai

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	dengan Media PhET Simulator Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa	Rizal (2023) .	meningkat kan minat mereka dalam belajar dengan menggunakan media PhET Simulator dalam model Discovery Learning.	kelompok eksperi men dan kontrol	Simulator pada model <i>Discovery Learning</i> meningkat kan minat belajar siswa secara signifikan dibanding kan pembelajaran konven sional.	inovasi pembela jaran interaktif berbasis teknologi yang berkonsen trasi pada meningkat kan minat dan motivasi siswa untuk belajar.	kemampuan kognitif siswa, penelitian ini berkonsen trasi pada aspek afektif (minat).
19	Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media PhET Simulation terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik	Tamyiza Firmasari et al. (2025).	Mengevaluasi bagaimana model PBL berbantuan media PhET berdampak pada prestasi belajar fisik siswa.	Quasi-eksperi men dengan desain pretest-posttest control group.	Model <i>Problem Based Learning</i> berbantuan PhET Simulation berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar fisika (hitung $3.49 > 2.00$, N-Gain lebih tinggi pada kelas eksperimen	terkait dengan pembelajaran inovasi yang menggunakan teknologi digital dan pemecahan masalah untuk meningkatkan hasil belajar fisika.	Validitas internal diperkuat dan hasil dapat digeneralisasi dengan desain kelompok kontrol.
20	Development of Learning Media Using a Problem -Based Learning	Erlinawati Sormin et al. (2024).	Untuk meningkatkan kreativitas siswa, ciptakan media pembelajaran	R&D menggunakan model ADDIE.	Media pembelajaran berbasis PBL dan PhET Simulation dinyatakan sangat	relevan dalam pembuatan media digital kreatif yang mendorong	R&D yang memiliki validitas yang kuat, tetapi tidak mengukur dampak langsung terhadap

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Approach to Increase Student Creativity in Learning High School Physics Through PhET Simulation		berbasis PBL dengan PhET	Simulation .	valid (84%) dan praktis (84%) serta mampu meningkatkan kreativitas siswa (84,9%).	kreativitas dan kemandirian siswa di sekolah menengah atas.	capaian kognitif siswa.
21	The Influence of the Problem Based Learning (PBL) Model Assisted by PhET Simulation on Students' Learning Outcomes in Parabolic Motion Material	Dian Molamahu et al. (2025).	Ketahui bagaimana model PBL berbantuan PhET Simulation mempengaruhi hasil belajar siswa tentang materi gerak parabola.	Kuasi eksperimen men menggunakan desain Pretest-Posttest One Group.	Model PBL berbantuan PhET Simulation meningkatkan hasil belajar siswa (rata-rata posttest 84,3; N-Gain tinggi 0,78).	Relevant karena menunjukkan bahwa PBL dan PhET berfungsi baik untuk memahami konsep fisika abstrak seperti gerak parabola.	Karena tidak ada kelompok kontrol, hasil belajar yang lebih baik tidak dapat dibandingkan dengan pendekatan lain.
22	Pengaruh Penggunaan PhET Simulation	Winda Aulia et al. (2025).	Ketahui bagaimana penggunaan simulator PhET	Quasi-eksperimen dengan desain grup kontrol	Penggunaan PhET Simulation Hukum Newton meningkatkan	Relevant dengan penggunaan media berbasis ICT yang meningkat	Hasil signifikan secara statistik, tetapi mereka tidak

No	Judul	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Kajian Sekarang	Analisis / Evaluasi Kritis
	Hukum Newton sebagai Media Pembelajaran IPA Berbasis ICT terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa		berdam pak pada kemampuan proses sains siswa.	yang tidak sebanding .	keterampilan proses sains siswa secara signifikan (sig. 0.001 < 0.05.	kan kemampuan siswa untuk berpikir kritis dan berpikir ilmiah.	menjelaskan bagaimana masing-masing indikator keterampilan proses sains dibandingkan satu sama lain.
23	Penggunaan PhET Simulation untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar dan Prestasi Siswa SMP Islam Panggul	Nurul Fitria et al. (2023)	Simulation PhET meningkatkan keaktifan belajar dan prestasi siswa.	Observasi aktivitas dan tes hasil belajar.	Penggunaan PhET meningkatkan aktivitas belajar dan hasil belajar siswa SMP pada materi usaha dan energi.	Relevant untuk pembelajaran aktif yang didasarkan pada simulasi interaktif di tingkat SMP.	Penelitian sederhana namun berguna; ideal untuk digunakan di kelas.

Berdasarkan analisis terhadap tiga artikel yang mengkaji penggunaan simulasi PhET (*Physics Education Technology*) dalam pembelajaran sains dan fisika di Indonesia, dapat disimpulkan bahwa PhET merupakan alat pembelajaran digital yang sangat efektif 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.

Sebagian besar penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan model *pretest-posttest*, di mana rata-rata nilai N-Gain berada pada kategori sedang hingga tinggi (0,6–0,78). Nilai tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan PhET memberikan peningkatan signifikan terhadap pemahaman konsep fisika dibandingkan metode tradisional yang masih berpusat pada guru. Berdasarkan penelitian oleh Tupalesty dkk (2021) dan Fadholi dkk (2025), integrasi PhET dengan model *Discovery Learning* dan *Inkuiri Terbimbing* dapat meningkatkan pemahaman tentang gerak harmonik sederhana

serta kemampuan pemecahan masalah. Keunggulan utama media ini terletak pada kemampuannya memvisualisasikan konsep-konsep abstrak seperti gaya, gerak, energi, dan gelombang menjadi fenomena konkret yang dapat diamati.

Dalam kerangka teori pembelajaran, hasil ini mendukung pandangan konstruktivisme yang menegaskan bahwa siswa membangun pengetahuannya secara aktif melalui interaksi dengan lingkungan belajar. Simulasi PhET menciptakan lingkungan virtual yang memungkinkan siswa melakukan pengamatan, eksplorasi, dan eksperimen secara mandiri, sehingga proses belajar menjadi lebih dinamis dan bermakna. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Arifin dkk (2022) yang menyoroti peningkatan pemahaman konsep suhu dan kalor dalam pembelajaran daring berbasis PhET. Hal ini menunjukkan bahwa media digital ini tidak hanya efektif untuk pembelajaran tatap muka, tetapi juga relevan digunakan dalam pembelajaran jarak jauh (*online learning*).

PhET tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga mendorong motivasi dan keterlibatan emosional siswa. Menurut penelitian oleh Amala et al. (2020) dan Ifzalia dkk (2023), penggunaan PhET membuat siswa lebih antusias dalam belajar karena simulasi memberikan pengalaman yang interaktif dan menantang. Elisa & Rizal (2023) juga menyatakan bahwa penggunaan *PhET Simulator* dalam pendekatan *Discovery Learning* dapat secara signifikan meningkatkan motivasi belajar siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa keunggulan media PhET tidak hanya terletak pada aspek visual, tetapi juga pada kemampuannya menumbuhkan rasa ingin tahu dan kemandirian belajar pada siswa.

Di sisi lain, penelitian oleh Firmsari dkk (2025) dan Winda Aulia dkk (2025) menunjukkan bahwa PhET yang diintegrasikan dalam model *Problem Based Learning (PBL)* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains siswa. Dalam model ini, siswa diajak untuk menyelesaikan permasalahan nyata, mengidentifikasi variabel, mengumpulkan data melalui simulasi, dan menarik kesimpulan ilmiah. Kegiatan ini sejalan dengan tahap *scientific inquiry* dalam Kurikulum Merdeka yang menekankan pemecahan masalah berbasis bukti empiris. Dengan demikian, PhET dapat dikatakan sebagai alat pembelajaran yang mendukung penerapan pembelajaran berbasis proyek dan berbasis masalah.

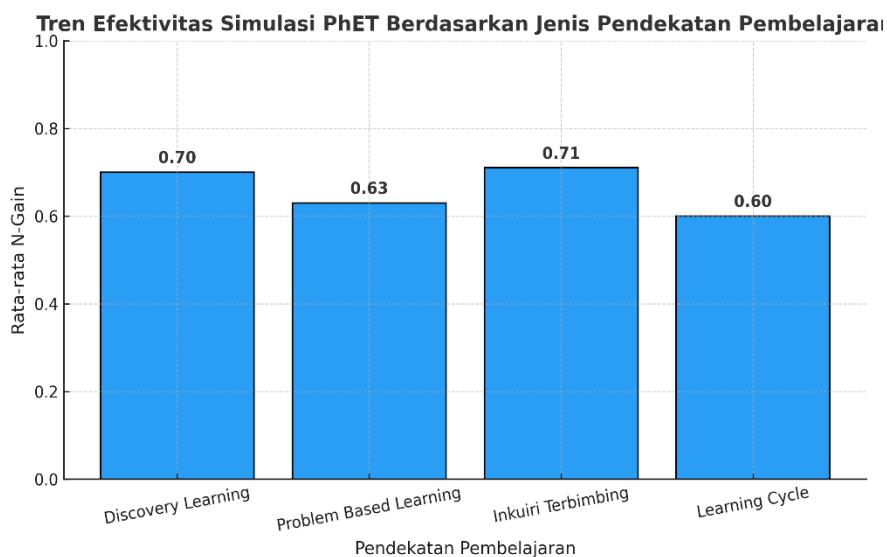
Meskipun demikian, tidak semua penelitian menunjukkan hasil yang positif. Jania dkk (2022) melaporkan bahwa penggunaan PhET pada materi Hukum Hooke belum memberikan peningkatan yang signifikan terhadap pemahaman konsep siswa. Ketidakefektifan ini diduga disebabkan oleh rendahnya literasi digital dan kesiapan teknologi dari siswa maupun guru. Jullyantama dkk (2024) menegaskan bahwa efektivitas media digital seperti PhET sangat bergantung pada kemampuan guru dalam memberikan bimbingan, mengarahkan eksplorasi, serta merancang aktivitas berbasis simulasi yang terstruktur. Oleh karena itu, PhET tidak dapat berdiri sendiri, melainkan perlu diintegrasikan dengan strategi pedagogis yang sesuai agar pembelajaran tidak hanya bersifat eksploratif, tetapi juga reflektif.

Selain aspek kognitif, penelitian oleh Erlinawati Sormin dkk (2024) dan Elisa & Rizal (2023) juga menyoroti potensi PhET dalam meningkatkan kreativitas dan inovasi siswa. Melalui pendekatan *Problem-Based Learning* yang memanfaatkan PhET, siswa terdorong untuk menghasilkan berbagai solusi orisinal terhadap permasalahan fisika. Hal ini menunjukkan bahwa PhET mampu mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*) seperti analisis, evaluasi, dan kreasi yang merupakan komponen utama dalam pendidikan abad ke-21.

Dari perspektif makro, hasil kajian literatur oleh Koryataini dkk (2024) menunjukkan bahwa penelitian-penelitian tentang PhET di Indonesia umumnya menyoroti tiga kontribusi utama, yaitu: (1) peningkatan hasil belajar konseptual, (2) pengembangan keterampilan ilmiah, dan (3) peningkatan keaktifan serta motivasi belajar siswa. Namun, mereka juga mengidentifikasi beberapa kelemahan metodologis, seperti kurangnya analisis kuantitatif terhadap *effect size* atau perbandingan antar-model pembelajaran berbasis PhET. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen murni atau

meta-analysis untuk memperkuat validitas temuan empiris dan memberikan panduan praktis bagi pendidik.

Secara keseluruhan, penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran di Indonesia sejalan dengan paradigma pembelajaran aktif dan konstruktivistik. PhET bukan hanya media bantu visual, melainkan alat pembelajaran digital yang mampu menghubungkan teori dengan pengalaman belajar siswa. Melalui PhET, konsep-konsep fisika yang abstrak dapat dijelaskan secara dinamis dan kontekstual, sehingga membantu siswa membangun pemahaman ilmiah yang utuh dan bermakna. Integrasi PhET dengan model pembelajaran *Inkuiri*, *PBL*, dan *Discovery Learning* menjadikannya inovasi penting menuju pembelajaran IPA yang interaktif, reflektif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.



Gambar 1. Tren efektivitas simulasim phet berdasarkan jenis pendekatan pembelajaran

Nilai **N-Gain** tertinggi diperoleh melalui pendekatan *Guided Inquiry* dan *Discovery Learning* (0,70–0,71), diikuti oleh *Problem-Based Learning* (0,63) dan pendekatan *Learning Cycle* (0,60), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini menunjukkan bahwa metode terbaik untuk mengintegrasikan PhET adalah metode yang berpusat pada eksplorasi dan pemecahan masalah, karena mendorong siswa untuk berpikir kritis, menganalisis hubungan antarvariabel, serta membangun konsep ilmiah secara mandiri.

Grafik tersebut juga menyoroti bahwa pendekatan pedagogis dan tingkat keterlibatan guru dalam memfasilitasi pengalaman belajar interaktif sama pentingnya dengan medianya sendiri dalam menentukan efektivitas PhET. Agar siswa benar-benar belajar dari interaksi yang terjadi dalam simulasi dan tidak sekadar bermain dengannya guru berperan penting dalam memandu proses observasi, refleksi, dan penarikan kesimpulan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dari berbagai penelitian yang menelaah pengaruh penggunaan simulasi digital PhET dalam pembelajaran konsep gaya dan gerak, dapat disimpulkan bahwa PhET secara signifikan meningkatkan hasil belajar, pemahaman konsep, motivasi, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains. Dengan menjembatani kesenjangan antara prinsip-prinsip fisika yang abstrak dan pengalaman belajar yang konkret serta kontekstual,

media ini memungkinkan siswa untuk membangun pemahaman ilmiah secara mandiri dan efektif.

Kombinasi penggunaan PhET dengan metode pembelajaran seperti *Guided Inquiry*, *Discovery Learning*, dan *Problem-Based Learning* telah terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan proses sains, serta rasa ingin tahu siswa terhadap fenomena fisika. Hasil ini menunjukkan bahwa PhET tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual yang efektif, tetapi juga sebagai sarana pedagogis yang mendorong paradigma pembelajaran konstruktivistik dan aktif.

Selain itu, peran guru dalam merancang dan membimbing kegiatan pembelajaran berbasis simulasi yang eksploratif dan reflektif sangat penting bagi keberhasilan implementasi PhET. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pembelajaran gaya dan gerak melalui PhET mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kolaboratif, dan interaktif yang esensial dalam pendidikan sains abad ke-21.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu Dyah Permata Sari, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pengampu mata kuliah Artificial Intelligence (AI) pada Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Surabaya (UNESA), atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang diberikan selama proses penyusunan artikel review ini. Apresiasi yang tinggi juga diberikan kepada rekan satu tim, yaitu Mufidah Wahyuningsih dan Erlina Nur Hidayati, yang telah berkolaborasi secara aktif dalam proses analisis jurnal, pengolahan data, dan penulisan naskah hingga artikel ini terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak Universitas Negeri Surabaya (UNESA) yang telah memberikan dukungan akademik dan fasilitas pembelajaran, sehingga kegiatan penulisan artikel ilmiah ini dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, I. K. D. D. M., Seriadi, S. L. N., & Dewi, N. W. S. P. K. (2025). Pengaruh penggunaan media simulasi PhET terhadap hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran IPAS di SD Negeri 3 Lembongan Kecamatan Nusa Penida tahun ajaran 2024/2025. *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisipliner*, 1(3), 1050–1057.
- 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.
- Arifin, M. M., Handono, S. B. P., & Harijanto, A. (2022). Efektivitas penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran online terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(1), 27–36.
- Fauziah, A., & Zalia, I. (2023). Media animasi PhET dalam pembelajaran fisika SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 19(2), 102–110.
- Fitria, N., Aziizi, M. K. R., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harijanto, A., & Junaidi, M. R. (2023). Penggunaan PhET simulation untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa SMP Islam Panggul. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 428–434.
- Elisa, E., & Rizal, C. (2023). Pembelajaran dengan media PhET simulator model discovery learning untuk meningkatkan minat belajar siswa. *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat (JURIBMAS)*, 2(2), 108–113.
- 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.
- 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.
- Fitria, N., Aziizi, M. K. R., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harjianto, A., & Junaidi, M. R. (2023). Penggunaan PhET simulation untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa SMP Islam Panggul. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 428–438.
- 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.
- Ifzalia, N., Perawati, D., & Susanti, R. (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), 14–17.
- 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.
- 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.
- 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.
- Molamahu, D., Buhungo, T. J., Payu, C. S., & Arbie, A. (2025). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah (PBL) berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa pada materi gerak parabola. *Kasuari: Jurnal Pendidikan Fisika (KPEJ)*, 8(1), 133–146.
- Niha, A. N., Makaborang, Y., & Ndjoeroemana, Y. (2023). Penerapan model pembelajaran learning cycle dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 5 Umbu Ratu Nggay. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 7(1), 88–97.
- 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.
- Permata Sari, D., & Madlazim. (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.
- Rahayu, O. F. G. A., Jufriadi, A., & Pratiwi, H. Y. (2019). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan media animasi PhET terhadap motivasi dan prestasi siswa kelas VIII pada materi gerak dan gaya di SMP PGRI 6 Malang. *Semnas SENASTEK Unikama*, 2.
- 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.
- 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), 128–133.
- Tupalessy, A., Kereh, C. T., & Singerin, S. (2021). Penggunaan laboratorium virtual PhET dalam model discovery learning pada materi gerak harmonik sederhana. *Jurnal Sains dan Edukasi*, 5(2), 101–112.