Jurnal Pendidikan MIPA
Volume 16. Nomor 5, Tahun 2026 | ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

Peningkatan Hasil Belajar Siswa melalui Pendekatan *Deep learning* Berbantuan *PhET Simulation* pada Materi Gaya

Fidyawaty Ladawing[1)], Ritin Uloli[1),*], Muhammad Yusuf[1)], Dewi Diana Paramata[1)], Citron S. Payu[1)]

[1)]Universitas Negeri Gorontalo

*Coresponding Author: ritin.uloli@ung.ac.id

ABSTRAK

Studi ini menginvestigasi dampak intervensi *Deep Learning*, yang difasilitasi melalui *PhET Simulation*, terhadap performa akademis siswa pada konsep gaya di SMP Negeri 1 Tapa. Mengadopsi paradigma kuantitatif, penelitian ini menerapkan desain pra-eksperimental dengan skema pra-tes dan post-tes pada satu kelompok. Populasi studi mencakup 65 siswa kelas VII, terbagi menjadi kelompok eksperimen (n=28, VII-B), kelompok replikasi 1 (n=18, VII-F), dan kelompok replikasi 2 (n=19, VII-G). Analisis data meliputi uji normalitas Shapiro–Wilk, uji Paired Simple t-Test, dan kalkulasi N-Gain. Temuan dari uji Paired Simple t-Test mengindikasikan disparitas statistik yang signifikan antara nilai pra-tes dan post-tes pada kelompok eksperimen maupun kedua kelompok replikasi ($p < 0{,}001$). Nilai rata-rata N-Gain yang diperoleh adalah 0,85, 0,88, dan 0,91 untuk kelompok eksperimen, kelompok replikasi 1, dan kelompok replikasi 2 secara berturut-turut, yang kesemuanya berada dalam kategori pemahaman tinggi.

Kata kunci: *Deep Learning*; *PhET Simulation*; Hasil Belajar; Gaya

This is an open access article under the CC - BY license.

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat dalam ranah teknologi yang menandai Revolusi Industri Keempat telah menginisiasi konseptualisasi Pendidikan 4.0, yang secara signifikan memperluas cakrawala aksesibilitas terhadap beragam repositori pengetahuan bagi para pendidik dan siswa. Evolusi ini kian berlanjut menuju paradigma Masyarakat 5.0, sebuah fase yang menggarisbawahi imperatif bagi siswa untuk tidak hanya menguasai pemanfaatan teknologi secara fasih, namun juga untuk mengungguli dalam penguasaan serangkaian kompetensi esensial abad ke-21. Kompetensi ini secara inheren mencakup kemampuan berpikir kritis, kreativitas yang inovatif, keterampilan komunikasi yang efektif, serta kapabilitas kolaborasi yang sinergis (4C) (Subandowo, 2022). Sejalan dengan tuntutan zaman, sistem pendidikan kontemporer harus mengarahkan fokusnya pada pembinaan kapabilitas integral, baik dalam ranah kognitif maupun afektif, yang memungkinkan individu untuk secara proaktif menghadapi disrupsi dan secara strategis mengkapitalisasi berbagai peluang yang muncul dalam lanskap global yang semakin kompleks (Arnyana, 2019). Lebih jauh lagi, berbagai inisiatif yang digalakkan guna mendongkrak kualitas modal insani melalui jalur pendidikan tidak sekadar terbatas pada modifikasi kurikulum dan perluasan aksesibilitas institusional, melainkan juga menuntut perhatian mendalam pada mutu pengalaman belajar. Pengalaman belajar yang berkualitas diharapkan mampu menumbuhkembangkan spektrum kecerdasan yang utuh, karakter yang kokoh, keterampilan praktis yang relevan, serta daya saing siswa di kancah global (Sanga & Wangdra, 2023). Proses didaktik terwujud melalui interkoneksi dinamis antara siswa, fasilitator instruksional, dan beragam substansi edukasional demi memupuk pengalaman akuisisi pengetahuan yang signifikan. Untuk merealisasikan objektif-objektif pedagogis yang ditetapkan, esensial untuk mengintegrasikan instrumen-instrumen instruksional yang selaras dengan atribut dan imperatif dari tahapan pembelajaran (Kaniawati et al., 2023).

Media pembelajaran berperan dalam penyampaian materi secara efektif, meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa, sekaligus membantu pencapaian tujuan pendidikan (Yanto, 2019). Sumber daya pendidikan juga dapat dibuat secara interaktif sehingga memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan materi pelajaran yang sedang dipelajari. (Wardani et al., 2024). Pengartikulasian materi melalui representasi visual dan simulasi dapat mempermudah siswa dalam menginternalisasi konstruksi-konstruksi abstrak yang cenderung sukar untuk dicerna secara tatap muka (Hasnawiyah & Maslena, 2024). *PhET Simulation* berfungsi sebagai instrumen

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

suportif dalam pedagogi fisika, yang dikembangkan guna memfasilitasi pemahaman siswa terhadap kaidah-kaidah abstrak serta untuk menopang para edukator dalam mengoptimalisasi mutu proses edukatif (Lia et al., 2024).

Deep learning merepresentasikan sebuah paradigma instruksional yang menekankan pada proses akusisi pengetahuan yang disadari, relevan, dan menarik, yang mengintegrasikan dimensi kognitif, afektif, dan metakognitif melalui aktivitas pemahaman konseptual, aplikasi praktis, dan evaluasi kritis (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2025). Penerapan metode ini dapat dipermudah dengan menggunakan *PhET Simulations*, sebuah sumber daya interaktif yang memungkinkan siswa untuk mengamati fenomena ilmiah, menyesuaikan variabel, dan mengkaji dinamika sebab-akibat melalui eksperimen virtual (Darwis & Hardiansyah, 2021). Penerapan strategi pedagogis dan sumber daya pendidikan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam memfasilitasi pencapaian tujuan pembelajaran oleh siswa.

Capaian yang diperoleh siswa setelah menjalani kegiatan pembelajaran selama periode tertentu disebut sebagai hasil belajar. Hasil belajar merefleksikan eskalasi upaya yang diinvestasikan selama akuisisi pengetahuan dan dapat berfungsi sebagai salah satu metrik kuantitatif untuk mengevaluasi kesuksesan pedagogis yang telah direalisasikan (Yandi et al., 2023).

Berdasarkan pengamatan awal dan dialog dengan para pendidik IPA untuk kelas VII di SMP Negeri 1 Tapa, metode pengajaran yang dominan saat ini adalah penyampaian materi secara langsung oleh pengajar. Terdapat kebutuhan untuk meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam proses edukatif, sementara praktik eksperimental masih sporadis. Implementasi media pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif juga belum lazim diadopsi. Diskusi pendahuluan dengan para pengajar juga mengindikasikan bahwa tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan belum mencapai kondisi yang memuaskan. Situasi ini menggarisbawahi urgensi penyediaan pengalaman belajar yang memfasilitasi siswa untuk menginvestigasi konsep-konsep secara lebih dinamis. Umar et al. (2023) menggarisbawahi signifikansi pemilihan taktik dan medium didaktik yang tepat guna menunjang peraihan sasaran edukatif. Implementasi medium interaktif, contohnya *PhET Simulation*, berpotensi menjadi opsi strategis untuk memfasilitasi investigasi fenomena dan memajukan pemahaman konseptual fisika pada siswa.

Penelitian Nimunuho et al. (2023) menunjukkan bahwa capaian kognitif siswa pada materi gaya masih berada pada tingkat yang rendah. Kesulitan dalam pembelajaran materi tersebut juga berkaitan dengan keterampilan matematika yang menjadi salah satu tantangan bagi siswa. Hasil penelitian mengindikasikan adanya kebutuhan akan metode pengajaran yang mampu mendorong partisipasi siswa sembari memperdalam pemahaman mereka mengenai prinsip-prinsip fisika. Metode *Deep learning* yang diintegrasikan dengan *PhET Simulation* berpotensi menjadi solusi yang memenuhi kriteria ini. Hal ini dicapai melalui kegiatan investigasi yang meliputi observasi kejadian, modifikasi parameter, dan evaluasi relasi kausalitas. Karakteristik ini sejalan dengan filosofi pembelajaran yang menekankan inisiatif siswa, pemerolehan konsep secara komprehensif, dan aplikasi pengetahuan dalam konteks yang sesuai.

Studi-studi sebelumnya telah menganalisis metode *Deep learning* dan pemanfaatan *PhET Simulation* dalam berbagai skenario edukatif. Jau et al. (2026) mengevaluasi penerapan *Deep learning* yang didukung oleh Quizizz untuk topik gaya pada siswa kelas VII Sekolah Menengah Pertama. Sementara itu, Puhi et al. (2026) melakukan kajian terhadap penggunaan *Deep learning* dengan bantuan Scratch untuk materi gaya di tingkat kelas VII SMP. Di samping itu, Lando et al. (2026) mengimplementasikan pendekatan *Deep learning* yang memanfaatkan Smart Apps Creator untuk pembelajaran tentang pesawat sederhana. Sementara itu, Hali et al. (2023) mengembangkan perangkat pembelajaran IPA melalui model Team-Based Learning berbantuan *PhET Simulation* pada materi getaran, yang dilaporkan menghasilkan peningkatan hasil belajar. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *Deep learning* dan *PhET Simulation* telah dikaji dalam konteks pembelajaran yang berbeda. Penelitian ini berpusat pada implementasi metode *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation* untuk materi gaya pada siswa kelas VII SMP Negeri 1 Tapa. Keunikan penelitian ini adalah penggunaan *PhET Simulation* sebagai sarana pelengkap metode *Deep learning* dalam edukasi mengenai konsep gaya.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

METODE

Studi ini menerapkan metodologi kuantitatif, memanfaatkan desain eksperimental yang dikenal sebagai One Group Pretest–Posttest Design. Pelaksanaan penelitian dilakukan di SMP Negeri 1 Tapa selama periode Mei hingga Juli 2026. Populasi studi meliputi tujuh tingkatan kelas, mulai dari VII-A sampai VII-G. Sampel penelitian terdiri dari kelas VII-B yang berfungsi sebagai kelompok eksperimen (dengan 28 siswa), kelas VII-F sebagai kelompok replikasi pertama (dengan 18 siswa), dan kelas VII-G sebagai kelompok replikasi kedua (dengan 19 siswa). Pemilihan sampel dilakukan melalui teknik non-probability sampling dengan metode purposive sampling, yang didasarkan pada ketersediaan kelas dan persetujuan dari pihak guru. Jumlah siswa dalam setiap kelas ditetapkan sesuai dengan jumlah siswa yang terdaftar sebagaimana tercatat dalam data sekolah. Analisis data mencakup statistik deskriptif seperti rerata, standar deviasi, nilai terendah, dan tertinggi; uji normalitas Shapiro–Wilk; serta uji t-test berpasangan sederhana untuk mengevaluasi perbedaan skor pra dan pasca intervensi. Peningkatan capaian pembelajaran dinilai memakai N-Gain individual berdasarkan formula Meltzer yang disajikan dalam Oktavia & Prasasty (2019) sebagai berikut.

$$\text{N-Gain} = \frac{Skor\ Posttes - Skor\ pretest}{Skor\ maksimum - Skor\ pretest}$$

Adapun tabel Kategori Nilai N-Gain dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Nilai N-Gain.

Nilai N-Gain	Kategori
G ≥ 0,70	Tinggi
Nilai 0,30 ≤ G ≥,70	Sedang
Nili G ≤ 0,30	Rendah

Perlakuan diberikan selama tiga pertemuan, masing-masing 2 × 40 menit (2 JP), menggunakan pendekatan *Deep learning* berbantuan *PhET Simulation* dengan model Inquiry Learning. Pertemuan pertama membahas gaya dan resultan gaya menggunakan menu Forces pada simulasi Forces and Motion: Basics. Pertemuan kedua membahas gaya gesek melalui menu Friction. Pertemuan ketiga membahas Hukum Newton I, II, dan III melalui menu Acceleration. Proses edukasi mencakup stimulasi, penentuan masalah, akumulasi dan analisis informasi, konfirmasi temuan, dan perumusan kesimpulan. Prinsip *mindful* diterapkan melalui kegiatan mengamati fenomena pada *PhET Simulation*, mencatat hasil pengamatan, dan menganalisis perubahan yang terjadi. Prinsip *meaningful* diwujudkan dengan menghubungkan konsep gaya dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari, sedangkan prinsip *joyful* diterapkan melalui eksplorasi simulasi, diskusi kelompok, serta penggunaan gambar dan video pembelajaran. Kelas replikasi 1 dan replikasi 2 berfungsi sebagai kelas replikasi yang menerima perlakuan sama dengan kelas eksperimen pada kelompok siswa berbeda. Penggunaan kelas replikasi bertujuan mengamati konsistensi pola perubahan hasil belajar pada ketiga kelas. Ketiga kelas menerima perlakuan yang sama dan tidak terdapat kelompok kontrol, sehingga hasil penelitian diinterpretasikan dengan mempertimbangkan keterbatasan desain dalam menyimpulkan hubungan sebab-akibat. Asumsi penelitian terdiri dari H_0, yang menyatakan tidak ada disparitas berarti antara nilai prauji dan pascauji, dan H_1, yang menyatakan terdapat disparitas berarti antara nilai prauji dan pascauji.

Data dikumpulkan melalui Tes Hasil Belajar (THB) dan observasi keterlaksanaan pembelajaran. Tes ini terdiri dari 20 pertanyaan pilihan ganda yang dirancang untuk menilai kemampuan kognitif dari level C1 hingga C6. Pertanyaan yang sama akan digunakan pada tes awal dan tes akhir guna mengukur perubahan hasil pembelajaran pasca intervensi. Distribusi pertanyaan berdasarkan taksonomi kognitif dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Soal Berdasarkan Tingkat Kognitif

Tingkat Kognintif	Nomor soal	Jumlah
C1 (Mengingat)	1, 2, 3	3
C2 (memahami)	4,5,6	3
C3 (Menerapkan)	7,8,9	3
C4 (Menganalisis)	10, 11, 12, 13	4
C5 (Mengevaluasi)	14, 15, 16, 17	4

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

Tingkat Kognintif	Nomor soal	Jumlah
C6 (Mencipta)	18, 19, 20	3
Total		20 soal

Alat pembelajaran dan instrumen penelitian telah melalui proses validasi oleh dua validator sebelum diaplikasikan. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul ajar memperoleh skor 92,71%, LKPD 94,32%, bahan ajar 89,77%, *PhET Simulation* 82,50%, dan THB 89,06%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh perangkat dan instrumen berada dalam kategori sangat valid berdasarkan kriteria validasi yang digunakan. Adapun Hasil Validasi Perangkat dan Instrumen disajikan pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Validasi Perangkat dan Instrumen

No	Jenis Instrumen	Rata-rata	ΣY TV	ΣY ST	PPV (%)	Keterangan
1	Modul Ajar	3,71	89	96	92,71	Sangat Valid
2	LKPD	3,77	83	88	94,32	Sangat Valid
3	Bahan Ajar	3,59	79	88	89,77	Sangat Valid
4	Media Pembelajaran (*PhET Simulation*)	3,30	66	80	82,50	Sangat Valid
5	Tes Hasil Belajar	3,56	57	64	89,06	Sangat Valid

Setiap indikator dievaluasi berdasarkan skala 1–4, di mana 1 menunjukkan sangat tidak baik, 2 berarti tidak baik, 3 menandakan baik, dan 4 mengindikasikan sangat baik. Pelaksanaan pembelajaran diobservasi menggunakan instrumen observasi yang berisi 17 indikator, yang kemudian dihitung menggunakan formula persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini mengevaluasi implementasi metode *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation* pada peningkatan capaian pembelajaran siswa di kelas materi gaya di SMP Negeri 1 Tapa. Instrumen yang digunakan adalah Tes Hasil Belajar (THB), yang mencakup 20 pertanyaan pilihan ganda guna menilai kompetensi kognitif siswa. Berdasarkan penilaian oleh dua validator, THB mendapatkan persentase validitas sebesar 89,06%, yang dikategorikan sebagai sangat valid. Hasil validasi ini mengindikasikan bahwa instrumen THB telah memenuhi standar kelayakan sesuai dengan evaluasi para validator. Rata-rata capaian pembelajaran siswa disajikan dalam Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Rata-rata Hasil Belajar Siswa

Data	N	Pretest Mean ± SD	Pretest Min–Max	Posttest Mean ± SD	Posttest Min–Max
Eksperimen	28	47,32 ± 13,37	20–70	93,21 ± 7,96	80–100
Replikasi 1	18	44,17 ± 17,09	10–75	93,06 ± 7,30	80–100
Replikasi 2	19	36,32 ± 11,41	10–50	94,47 ± 6,43	80–100

Uji Normalitas

Uji normalitas dilaksanakan untuk menganalisis sebaran data hasil pembelajaran siswa dan untuk mengidentifikasi apakah sebaran data tersebut mengikuti distribusi normal. Keputusan hasil uji didasarkan pada tingkat signifikansi 0,05. Data dikategorikan berdistribusi normal ketika nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05. Sebaliknya, nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 mengindikasikan bahwa data tidak terdistribusi secara normal (Sianturi, 2025). Pengujian normalitas dalam studi ini diterapkan menggunakan metode Shapiro–Wilk, mengingat jumlah sampel pada setiap kelas yang tidak mencapai 50 siswa. Informasi mengenai Hasil Pengujian Normalitas Data (Shapiro–Wilk) tersedia pada tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Normalitas Data (Shapiro–Wilk)

	Uji *Shapiro–Wilk*			
Data	Statistik	df	Sig.	Status
Eksperimen	0,939	28	0,104	Tidak ditemukan penyimpangan normalitas yang signifikan
Replikasi 1	0,973	18	0,849	Tidak ditemukan penyimpangan normalitas yang signifikan
Replikasi 2	0,955	19	0,474	Tidak ditemukan penyimpangan normalitas yang signifikan

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

Hasil pengujian normalitas Shapiro-Wilk pada skor perbedaan antara posttest dan pretest menunjukkan nilai signifikansi 0,104 untuk kelas eksperimen, 0,849 untuk kelas replikasi 1, dan 0,474 untuk kelas replikasi 2. Semua nilai signifikansi ini melampaui ambang batas 0,05, yang mengindikasikan tidak adanya penyimpangan normalitas yang berarti pada skor perbedaan di ketiga kelas tersebut. Selanjutnya, pengujian hipotesis dilaksanakan dengan menggunakan uji t sampel berpasangan (*Paired Simple t–Test*) untuk mengevaluasi perbedaan skor pretest dan posttest pada masing-masing kelas.

Uji hipotesis

Analisis hipotesis dalam studi ini menerapkan Uji-t Sampel Berpasangan untuk mengevaluasi disparitas dalam pencapaian akademis siswa sebelum dan sesudah intervensi diterapkan. Keputusan untuk menggunakan uji ini didasarkan pada temuan dari uji normalitas Shapiro-Wilk yang diterapkan pada skor perbedaan antara posttest dan pretest. Hasil uji normalitas tersebut memperlihatkan nilai signifikansi yang melebihi 0,05 untuk kelas eksperimen, replikasi 1, dan replikasi 2. Temuan ini mengindikasikan bahwa tidak terdeteksi adanya deviasi normalitas yang substansial pada skor perbedaan di ketiga kelompok kelas tersebut. Ringkasan pengujian hipotesis disajikan dalam Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Uji *Paired Simple t–Test*

Data	Mean Difference	t	df	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
Eksperimen	-45.893	-14.331	27	<0,001	Signifikan
Replikasi 1	-48.889	-13.000	17	<0,001	Signifikan
Replikasi 2	-58.158	-17.656	18	<0,001	Signifikan

Analisis uji-t sampel berpasangan mengindikasikan adanya disparitas yang substansial antara skor pretest dan posttest di ketiga kelompok kelas. Untuk kelompok eksperimen, hasil uji statistik menunjukkan nilai t(27) = -14,331 dengan nilai p < 0,001. Kelompok replikasi 1 menghasilkan nilai t(17) = -13,000, p < 0,001, sementara kelompok replikasi 2 mencatat nilai t(18) = -17,656, p < 0,001. Temuan ini menegaskan bahwa skor posttest secara konsisten lebih unggul dibandingkan skor pretest pada ketiga kelompok setelah implementasi metode *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation*.

Uji N-Gain

Data uji pendahuluan dan uji akhir dari ketiga kelas dianalisis menggunakan tes N-Gain guna mengevaluasi derajat peningkatan kompetensi siswa pasca implementasi metode *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation* pada topik gaya. Tes N-Gain dimanfaatkan untuk mengkuantifikasi besaran peningkatan kompetensi berdasarkan selisih pencapaian sebelum dan setelah intervensi. Kuantifikasi N-Gain dilaporkan dalam Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Uji N–Gain

Data	Tinggi	Sedang	Total
Eksperimen	24 (85,71%)	4 (14,29%)	28
Replikasi 1	16 (88,89%)	2 (11,11%)	18
Replikasi 2	18 (94,74%)	1 (5,26%)	19
Total	58	7	65

Analisis N-Gain perorangan mengindikasikan bahwa mayoritas siswa dari ketiga kelas tergolong dalam kategori tinggi. Di kelas eksperimen, tercatat 24 siswa berada pada kategori tinggi dan 4 siswa pada kategori sedang. Untuk kelas replikasi pertama, sebanyak 16 siswa tergolong tinggi dan 2 siswa masuk kategori sedang. Sementara itu, di kelas replikasi kedua, 18 siswa dikategorikan tinggi dan 1 siswa pada kategori sedang. Tidak ada siswa yang berada dalam kategori rendah sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Temuan ini menegaskan bahwa sebagian besar siswa menunjukkan peningkatan signifikan dalam hasil belajar mereka, yang tergolong dalam kategori tinggi. Perlu dicatat bahwa interpretasi hasil N-Gain harus dilakukan dengan cermat, mengingat skor posttest yang mendekati nilai maksimal dapat membatasi potensi peningkatan skor lebih lanjut.

Peningkatan terhadap capaian belajar siswa pasca-implementasi metode *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation* teramati, sejalan dengan pelaksanaan aktivitas belajar yang mengintegrasikan prinsip-prinsip pembelajaran yang penuh kesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menyenangkan (*joyful*).

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

Berdasarkan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen, prinsip *mindful learning* diterapkan melalui kegiatan mengamati fenomena, mengeksplorasi simulasi, dan mencatat hasil pengamatan. Prinsip *meaningful learning* diwujudkan melalui kegiatan menghubungkan konsep gaya dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari, sedangkan prinsip *joyful learning* diterapkan melalui eksplorasi *PhET Simulation*, diskusi kelompok, serta penggunaan gambar dan video pembelajaran. Keterlaksanaan pembelajaran selama tiga pertemuan memperoleh rata-rata sebesar 90,69%. Temuan dari data capaian belajar juga mengindikasikan peningkatan skor dari pretest menuju posttest, dengan nilai N-Gain rata-rata yang berada pada kategori tinggi di ketiga kelompok kelas. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *Deep learning* berbantuan *PhET Simulation* disertai keterlaksanaan kegiatan pembelajaran yang telah direncanakan dan peningkatan hasil belajar siswa.

PhET Simulation memfasilitasi proses pembelajaran dengan menyediakan sarana eksperimen virtual. Hal ini memberikan kesempatan kepada para siswa untuk mengamati dan mengkaji konsep gaya secara interaktif. Dalam simulasi ini, siswa dapat melakukan penyesuaian terhadap berbagai parameter, termasuk besaran gaya, massa objek, dan karakteristik lintasan. Selanjutnya, mereka dapat mengamati dampaknya terhadap pergerakan objek. Representasi visual yang dihadirkan dalam aktivitas ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas kepada siswa mengenai hubungan antara gaya, massa, percepatan, dan gaya gesek. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Hali et al. (2023), yang menyimpulkan bahwa penggunaan *PhET Simulation* dalam pendidikan sains dapat menunjang implementasi pembelajaran serta berkontribusi pada peningkatan capaian belajar siswa.

Pengalaman yang didapatkan melalui serangkaian aktivitas observasi, eksplorasi, diskusi, dan penyelesaian masalah memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengkonstruksi pemahaman mereka sepanjang proses pembelajaran berlangsung. Keterlibatan siswa tidak terbatas pada penerimaan informasi, tetapi juga mencakup pengamatan fenomena, eksplorasi konsep menggunakan *PhET Simulation*, pengolahan hasil pengamatan, serta pengaitan hasil kegiatan dengan konsep yang dipelajari. Karakteristik tersebut tercermin melalui keterlibatan siswa secara aktif dalam pembelajaran, proses pembentukan pemahaman konsep secara mendalam, serta penggunaan pengetahuan untuk memahami konteks yang relevan. Hal tersebut sesuai dengan karakteristik pendekatan *Deep learning*.

Temuan dari studi ini konsisten dengan penelitian terdahulu terkait implementasi metode *Deep learning* dalam proses edukasi. Lando et al. (2026) mendokumentasikan adanya kemajuan dalam capaian pembelajaran berkat pemanfaatan metode *Deep learning* yang terintegrasi dengan Smart Apps Creator. Lebih lanjut, Jau et al. (2026) mengindikasikan bahwa penggunaan metode *Deep learning* yang didukung oleh Quizizz memberikan dampak yang berarti terhadap performa akademis siswa dalam topik gaya fisika di jenjang Sekolah Menengah Pertama. Di sisi lain, Puhi et al. (2026) melaporkan observasi peningkatan hasil belajar melalui penerapan metode *Deep learning* dengan asistensi Scratch. Berbagai temuan ini secara kolektif memperkuat kesimpulan penelitian ini, yang menegaskan bahwa aplikasi metode *Deep learning* dengan fasilitasi materi pembelajaran interaktif, termasuk *PhET Simulation*, berkontribusi pada peningkatan hasil belajar siswa.

Peningkatan dalam capaian pembelajaran di kelas eksperimen, replikasi 1, dan replikasi 2 memperlihatkan tren yang seragam. Skor N-Gain yang tercatat untuk masing-masing kelas, yaitu 0,85, 0,88, dan 0,91, dikategorikan sebagai tinggi. Temuan ini mengindikasikan terjadinya kemajuan capaian pembelajaran pada ketiga kelas pasca-implementasi metode *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation*. Studi ini tidak menyertakan kelompok kontrol, yang berarti peningkatan yang teramati belum dapat dilakukan perbandingan langsung dengan metode pembelajaran konvensional. Investigasi di masa depan dapat mencakup penambahan kelompok pembanding guna mendapatkan bukti yang lebih meyakinkan mengenai efektivitas metode yang diusulkan.

Penelitian ini menghadapi sejumlah kendala. Durasi implementasi pembelajaran yang tergolong singkat, yakni hanya tiga sesi, membatasi peluang siswa untuk menguji coba fitur *PhET Simulation* secara komprehensif. Ketiadaan kelompok kontrol dalam rancangan penelitian ini juga menghambat perbandingan langsung peningkatan hasil belajar terhadap metode pembelajaran konvensional. Penggunaan soal yang sama pada pretest dan posttest berpotensi menimbulkan efek pengulangan tes (testing effect) karena siswa telah mengerjakan soal tersebut sebelum diberikan perlakuan. Instrumen Tes Hasil Belajar telah melalui validasi ahli, tetapi pengujian empiris butir soal tidak dilakukan dalam penelitian ini. Ukuran sampel yang terbatas

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

serta fakta bahwa penelitian hanya dilaksanakan di satu institusi sekolah turut membatasi kemampuan untuk menggeneralisasi temuan penelitian ini.

Observasi keterlaksanaan pembelajaran selama tiga pertemuan untuk mengetahui kesesuaian pelaksanaan pembelajaran dengan rancangan yang telah disusun. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tingkat implementasi pada sesi pertama mencapai 98,53%, sedangkan pertemuan kedua dan ketiga masing-masing sebesar 86,76%. Rata-rata persentase keterlaksanaan pembelajaran selama tiga pertemuan mencapai 90,69%. Hasil tersebut menggambarkan keterlaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen berdasarkan 17 indikator yang diamati. Data observasi ini terbatas pada kelas eksperimen sehingga tidak digunakan untuk menyimpulkan keterlaksanaan pembelajaran pada kedua kelas replikasi. Selanjutnya, hasil pengamatan mengenai keterlaksanaan pembelajaran disajikan dalam Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Pertemuan	Skor Total	Skor Maksimum	Rata-rata Skor	Persentase Terlaksana	Persentase Tidak Terlaksana
Pertemuan 1	67	68	0,99	98,53%	1,47%
Pertemuan 2	59	68	0,87	86,76%	13,24%
Pertemuan 3	59	68	0,87	86,76%	13,24%
Rata-rata persentase keterlaksanaan				90,69%	9,31%

Hasil penelitian menyarankan bahwa metode *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation* dapat diaplikasikan sebagai opsi dalam proses belajar sains, terutama untuk topik gaya. Implementasi metode ini mendorong siswa untuk terlibat dalam observasi, penjelajahan, debat, dan penyelesaian kasus, yang berkontribusi pada perbaikan capaian belajar kognitif. Di luar materi gaya, topik sains lainnya yang mencakup konsep-konsep abstrak dan membutuhkan aktivitas visualisasi serta eksplorasi langsung juga dapat memanfaatkan metode *Deep learning* yang dibantu *PhET Simulation* sebagai salah satu pilihan pedagogis.

SIMPULAN

Temuan empiris mengindikasikan adanya adisi performa kognitif pembelajaran siswa pada domain konsep gaya pasca-implementasi metode pembelajaran *Deep learning* yang didukung oleh *PhET Simulation* pada siswa kelas VII di SMP Negeri 1 Tapa. Analisis statistik menggunakan uji *Paired Simple t–Test* mengonfirmasi adanya disparitas yang substansial secara statistik antara skor pra-tes dan pasca-tes pada kelompok eksperimen, baik pada replikasi pertama maupun kedua, dengan nilai probabilitas (p) yang secara konsisten berada di bawah 0,001. Kenaikan dalam pencapaian belajar juga terefleksikan melalui skor N-Gain pada masing-masing replikasi, yaitu 0,85, 0,88, dan 0,91, yang semuanya tergolong dalam klasifikasi tinggi. Observasi ini menyiratkan bahwa strategi pembelajaran *Deep learning* yang terintegrasi dengan *PhET Simulation* memiliki kapasitas yang signifikan sebagai sebuah modalitas alternatif untuk pembelajaran ilmu pengetahuan alam terkait materi gaya. Sebagai rekomendasi untuk investigasi di masa mendatang, disarankan penggunaan kelompok kontrol serta pelibatan partisipan dari institusi pendidikan yang lebih heterogen guna memungkinkan evaluasi efikasi metode ini secara komprehensif.

Daftar Pustaka

Arnyana, I. B. P. (2019). Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kompetensi 4c (Communication, Collaboration, Critical Thinking Dancreative Thinking) Untuk menyongsong Era Abad 21. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika Dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, *1*(1), i–xiii.

Darwis, R., & Hardiansyah, M. R. (2021). Pengaruh Penerapan Laboratorium Virtual Phet Terhadap Motivasi Belajar Ipa Siswa Pada Materi Gerak Lurus. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, *7*(2), 271. https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5514

Hali, J. P., Abdjul, T., & Uloli, R. (2023). Development of Science Learning Devices Using the Team-Based Learning (TBL) Model with the Assistance of *PhET Simulation* on The Vibration Concept to Improve Learning Outcomes for Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(8), 6557–6567. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4190

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5157

Hasnawiyah, H., & Maslena, M. (2024). Dampak Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif Terhadap Prestasi Belajar Sains Siswa. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, *10*(2), 167–172. https://doi.org/10.26740/jrpd.v10n2.p167-172

Jau, S., Mursalin, Yusuf, M., Paramata, D. D., & Nurhayati. (2026). Pengaruh Pendekatan *Deep learning* Berbantuan Quizizz terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gaya di SMP Kelas VII. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, *6*(2), 1469–1483. https://doi.org/ 10.53299/jagomipa.v6i2.4562

Kaniawati, E., Mardani, M. E. M., Lestari, S. N., Nurmilah, U., & Setiawan, U. (2023). Evaluasi Media Pembelajaran. *Journal of Student Research (JSR)*, *1*(2), 18–32. https://doi.org/ 10.55606/jsr.v1i2.954

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). *Naskah akademik Deep learning: Menuju pendidikan bermutu untuk semua.* Pusat Kurikulum dan Pembelajaran.

Lando, F. F., Yusuf, M., Uloli, R., Odja, A. H., & Payu, C. S. (2026). Pengaruh Pendekatan *Deep learning* Berbasis Smart Apps Creator (SAC) terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pesawat Sederhana. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, *6*(2), 1520–1530. https://doi.org/ 10.53299/jagomipa.v6i2.4561

Lia, K., Maimon, S., Lutfiyatul, M., Sunariatus, S., & Anni, R. A. K. (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

Nimunuho, H. Y. B., Naen, A. B., & Mukin, M. U. J. (2023). Analisis Kesulitan Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Materi Pengaruh Gaya Terhadap Gerak Berdasarkan Hukum Newton Di SMP Negeri 20 Kupang. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika UNWIRA*, *1*(1), 45–50. https://doi.org/10.30822/magneton.v1i1.2055

Oktavia, M., & Prasasty, A. T. (2019). *UJI NORMALITAS GAIN UNTUK PEMANTAPAN DAN MODUL DENGAN*. *November*, 596–601. https://doi.org/10.30998/simponi.v0i0.439

Puhi, F., Mursalin, M., Yusuf, M., Nurhayati, N., Uloli, R., & Gorontalo, U. N. (2026). Pengaruh Pendekatan *Deep learning* Berbasis Media Scratch terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gaya di SMP Kelas VII. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, *6*, 1546–1560.

Sanga, L. D., & Wangdra, Y. (2023). Pendidikan Adalah Faktor Penentu Daya Saing Bangsa. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (Snistek)*, *5*, 84. https://doi.org/ 10.33884/psnistek.v5i.8067

Sianturi, R. (2025). Test Normality As A Condition Of Hypothesis Testing. *Jurnal Pembelajaran Dan Matematika Sigma (JPMS)*, *11*(1), 1–14.

Subandowo, M. (2022). Teknologi Pendidikan di Era Society 5.0. *Jurnal Sagacious*, *9*(1), 24–35. https://rumahjurnal.net/sagacious/article/view/1139

Umar, I. P., Uloli, R., & Jahja, M. (2023). Kepraktisan Media Pembelajaran Berbasis Komik Pada Materi Kalor di SMP Negeri 1 Tapa. *Jurnal Jendela Pendidikan*, *3*(01), 83–89. https://doi.org/10.57008/jjp.v3i01.416

Wardani, N. W., Kusumaningsih, W., & Kusniati, S. (2024). Analisis Penggunaan Media Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Inovasi, Evaluasi Dan Pengembangan Pembelajaran (JIEPP)*, *4*(1), 134–140. https://doi.org/10.54371/jiepp.v4i1.389

Yandi, A., Putri, A. N. K., & Putri, Y. S. K. (2023). Faktor-Faktor Yang Mempengarui Hasil Belajar Siswa (Literature Review). *Jurnal Pendidikan Siber Nusantara*, *1*(1), 13–24. https://doi.org/ 10.38035/jpsn.v1i1.14

Yanto, D. T. P. (2019). Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, *19*(1), 75–82. https://doi.org/10.24036/invotek.v19vi1.409