

Efektivitas Pembelajaran Menggunakan Simulasi PhET Terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Materi Hukum Newton

Nelfira Dwina Amanda
Universitas Jambi

Mega Afiani Wulandari
Universitas Jambi

Alamat: Universitas Jambi, Jl. Lintas Sumatera Jl. Jambi - Muara Bulian No.Km. 15, Mendalo Darat, Jambi Luar Kota, Muaro Jambi, Jambi 36122

Korespondensi penulis: amandanelfira@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze the effectiveness of using Science Process Skills (SPS)-based questions in improving the conceptual understanding of Newton's Laws in high school students. The study used a quasi-experimental method with a Pretest Post-test control group design involving two eleventh grade classes, namely the experimental class using SPS questions and the control class using conventional questions. The research instrument consisted of 30 multiple-choice questions based on the context of Newton's Laws. Data were analyzed using N-Gain to see the improvement in conceptual understanding. The results showed that the experimental class obtained an average N-Gain of 43% with a less effective category, while the control class obtained an average N-Gain of 59% with a fairly effective category. These findings indicate that in this research condition, the use of SPS-based questions has not provided a higher increase in conceptual understanding compared to conventional questions. Factors such as students' more diverse initial abilities, the complexity of SPS questions, and higher demands for data analysis are suspected to influence the achievement of learning outcomes.*

Keywords: *PhET Simulation, Science Process Skills, Newton's Laws, Physics Learning, N-Gain*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penggunaan soal berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) dalam meningkatkan pemahaman konsep Hukum Newton pada siswa SMA. Penelitian menggunakan metode quasi experiment dengan desain Pretest Post-test control group yang melibatkan dua kelas XI, yaitu kelas eksperimen yang menggunakan soal KPS dan kelas kontrol yang menggunakan soal konvensional. Instrumen penelitian terdiri dari 30 soal pilihan ganda berbasis konteks Hukum Newton. Data dianalisis menggunakan N-Gain untuk melihat peningkatan pemahaman konsep. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 43% dengan kategori kurang efektif, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 59% dengan kategori cukup efektif. Temuan ini menunjukkan bahwa pada kondisi penelitian ini, penggunaan soal berbasis KPS belum memberikan peningkatan pemahaman konsep yang lebih tinggi dibandingkan soal

Received Desember 02, 2025; Revised Desember 04, 2025; Accepted Desember 05, 2025

*Corresponding author, amandanelfira@gmail.com

konvensional. Faktor seperti kemampuan awal siswa yang lebih beragam, kompleksitas soal KPS, serta tuntutan analisis data yang lebih tinggi diduga memengaruhi capaian hasil belajar.

Kata Kunci: Simulasi PhET, Keterampilan Proses Sains, Hukum Newton, Pembelajaran Fisika, N-Gain

LATAR BELAKANG

Pembelajaran fisika di tingkat pendidikan menengah mengharuskan siswa untuk tidak hanya mengerti konsep dasar, tetapi juga meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah yang merupakan dasar dalam pembelajaran sains. Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah serangkaian kemampuan yang meliputi keterampilan dasar seperti observasi, klasifikasi, pengukuran, dan interpretasi data, serta keterampilan terintegrasi seperti prediksi, komunikasi, dan penarikan kesimpulan. Kemampuan dalam keterampilan ini sangat krusial karena membantu siswa memahami fenomena fisika secara mendalam melalui proses penelitian ilmiah.

Akan tetapi, situasi yang ada menunjukkan bahwa pengajaran fisika masih banyak menggunakan metode ceramah dan pengerjaan soal dengan cara konvensional. Minimalnya pemanfaatan media interaktif dan terbatasnya fasilitas laboratorium menghalangi siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak seperti gaya, percepatan, massa, dan hubungan antarbesaran yang dijelaskan dalam Hukum Newton. Sebagai dampaknya, siswa kerap menemui tantangan dalam menganalisis grafik, memahami hukum gerak, dan menghubungkan fenomena sehari-hari dengan prinsip fisika.

Evolusi teknologi pendidikan menghasilkan media pembelajaran interaktif yang dapat mengatasi tantangan tersebut. Salah satunya adalah Simulasi Interaktif PhET, yang menawarkan simulasi sains yang berbasis penelitian dengan visualisasi yang dinamis serta pengaturan variabel secara langsung. PhET merupakan simulasi interaktif fenomena-fenomena fisis berbasis riset yang diberikan secara gratis. PhET memungkinkan para siswa untuk menghubungkan fenomena kehidupan nyata dan ilmu yang mendasarinya, membuat yang tidak tampak menjadi dapat dilihat (Rizkiana and Apriani 2020).

Dengan menggunakan simulasi PhET, siswa dapat melaksanakan eksperimen virtual, mengubah parameter massa, gaya, dan hambatan, serta mengamati pergeseran

gerak lewat grafik dan animasi. PhET tidak hanya berperan sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai sarana pengembangan keterampilan berpikir ilmiah melalui pendekatan berbasis inkuiri. Abdjul et al. (2022) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbantuan PhET dapat meningkatkan kemampuan berpikir analitis dan keterampilan proses ilmiah dibanding metode ceramah.

Menurut Efendi & Budi (2021), pembelajaran jarak jauh berbasis simulasi PhET dapat meningkatkan keterampilan proses sains melalui aktivitas eksperimen virtual yang fleksibel dan interaktif. Ruwiyah et al. (2021) juga menegaskan bahwa simulasi berbasis PhET membantu siswa memahami hukum gerak melalui visualisasi dan eksplorasi langsung, sehingga memperkuat kemampuan ilmiah mereka. Situasi ini sangat mendukung kemajuan KPS karena siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses pengamatan, analisis informasi, dan pengambilan kesimpulan berdasarkan bukti yang mereka dapatkan.

Sejumlah penelitian nasional menegaskan efektivitas simulasi PhET dalam meningkatkan keterampilan proses sains (KPS). Menurut Sari, Sahidu, & Harjono (2022), perangkat pembelajaran berbasis discovery berbantuan simulasi PhET efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan ilmiah peserta didik, karena memberi ruang eksplorasi konsep dan keterampilan proses sains yang lebih luas. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi PhET dengan model pembelajaran penemuan mampu menstimulasi KPS siswa secara signifikan. Selain itu, Nurfahzuni & Budiyanto (2023) menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan simulasi interaktif PhET dapat meningkatkan kemampuan mengamati, menafsirkan, dan menyimpulkan fenomena fisika melalui kegiatan eksperimen virtual. Penelitian serupa oleh Mahulae (2023) juga menegaskan bahwa penggunaan media PhET dalam model inquiry training mampu meningkatkan keterampilan klasifikasi dan interpretasi data peserta didik.

Beragam studi sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan simulasi interaktif seperti PhET mampu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Meskipun demikian, penelitian tentang efektivitas PhET dalam meningkatkan KPS, terutama pada topik Hukum Newton, masih perlu

diteliti lebih lanjut. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis seberapa besar kontribusi simulasi PhET terhadap peningkatan KPS siswa.

KAJIAN TEORITIS

Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah sekumpulan kemampuan yang memiliki peranan penting dalam pembelajaran sains yang berbasis inkuiri. Menurut Khairunnisa et al. (2020) KPS adalah pendekatan yang mengarahkan bahwa untuk menemukan pengetahuan memerlukan suatu keterampilan mengamati, melakukan eksperimen, menafsirkan data, mengomunikasikan gagasan dan sebagainya. KPS memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mendapatkan pengetahuan melalui pengalaman langsung dengan fenomena ilmiah, bukan sekadar dengan menerima informasi secara terpasif. Kemampuan dasar seperti mengamati, mengelompokkan, menganalisis data, dan mengukur merupakan dasar dalam memahami konsep ilmu pengetahuan. Menurut Susilawati et al. (2022), penggunaan media virtual seperti PhET dalam model pembelajaran inkuiri terbukti dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan KPS siswa secara signifikan melalui eksplorasi konsep ilmiah.

Selanjutnya, kemampuan integratif seperti memprediksi, menyampaikan, dan menarik kesimpulan membantu peserta didik membangun pemahaman secara komprehensif melalui proses berpikir ilmiah. Oleh karena itu, pembelajaran sains yang fokus pada pengembangan KPS dapat mendorong sikap ilmiah serta kemampuan berpikir kritis yang sesuai dengan karakteristik *scientific inquiry* (Rahma 2025).

Pelaksanaan KPS dalam pembelajaran yang berbasis inkuiri terbukti meningkatkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah dan memahami konsep-konsep abstrak. Studi yang dilakukan oleh Khoiriyah and Sunarhadi (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran lapangan yang menggunakan pendekatan inkuiri dapat memperkuat hubungan antara konsep teori dan pengalaman empiris siswa, yang berdampak positif pada kemampuan proses ilmiah mereka. Di samping itu, penggunaan model pembelajaran yang berfokus pada penemuan mendorong siswa untuk lebih terlibat, reflektif, dan bisa menggabungkan berbagai aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap ilmiah dalam menghadapi isu nyata. Oleh sebab itu, penguatan KPS dalam pembelajaran sains tidak

hanya berperan sebagai alat penguasaan konsep, melainkan juga sebagai tempat pembentukan karakter ilmiah siswa dalam konteks pendidikan abad ke-21.

Dengan demikian, keterampilan proses sains tidak hanya memfasilitasi pembelajaran IPA yang lebih baik, tetapi juga mengupayakan peserta didik dalam menciptakan keterampilan berpikir yang dibutuhkan guna menghadapi berbagai persoalan menantang di dunia nyata (Aisah & Ilaika 2025).

Simulasi interaktif seperti PhET Interactive Simulations adalah salah satu alat pengajaran inovatif yang dibuat untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam sains agar lebih mudah dipahami oleh siswa. Dengan simulasi ini, siswa dapat mengubah variabel-variabel percobaan sesuka hati dan melihat perubahan yang berlangsung secara langsung. Ruang virtual yang aman dan terjangkau memungkinkan siswa untuk melaksanakan eksperimen tanpa bahaya fisik maupun kekurangan perlengkapan laboratorium. Sari dan Utami (2024) menyatakan bahwa simulasi PhET dapat merangsang rasa ingin tahu, memperbaiki keterampilan observasi, dan memperkuat kemampuan berpikir ilmiah siswa dengan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan eksploratif. Haryadi & Pujiastuti (2020), menambahkan bahwa pembelajaran berbasis PhET membantu siswa memahami konsep abstrak fisika dengan lebih baik dibandingkan metode konvensional karena adanya keterlibatan aktif dalam simulasi. Temuan ini didukung oleh Arifullah & Halim (2020) yang mengembangkan lembar kerja siswa berbasis PhET dan menemukan peningkatan signifikan dalam kemampuan observasi dan interpretasi data.

Selain itu, pembelajaran yang berfokus pada PhET mendukung pendekatan konstruktivis yang menjadikan siswa sebagai pusat kegiatan belajar. Penggunaan simulasi PhET dapat membantu guru untuk mudah menjelaskan materi pelajaran kepada siswa, guru bisa langsung menjelaskan materi pelajaran yang bersifat abstrak dengan dibuktikan melalui simulasi-simulasi, dengan menggunakan simulasi PhET ini juga bisa membuktikan hal-hal yang sulit dilihat dari praktikum yang dilakukan di laboratorium nyata, simulasi PhET ini bisa digunakan secara online ataupun offline, desain bentuk gambar dan warna pada simulasi PhET sangat menarik karena langsung disesuaikan dengan warna dasar dari bahan dan sesuai dengan bentuk yang aslinya atau alat pada saat praktikum di laboratorium rill (Abulyatama 2021).

Siswa tidak sekadar menerima informasi, melainkan juga membentuk pengetahuan melalui proses eksplorasi dan refleksi. Temuan penelitian Dewi, Andayani, dan Pramudya (2023) mengindikasikan bahwa penerapan simulasi PhET dalam pengajaran fisika dapat meningkatkan keterampilan observasi, interpretasi data, serta penarikan kesimpulan ilmiah, yang merupakan elemen penting dalam KPS. Dengan cara ini, PhET memiliki peran penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang signifikan, meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah, serta mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih dalam terhadap fenomena sains.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode *quasi experiment*. Metode ini dipilih karena penelitian dilakukan pada kelas yang telah terbentuk tanpa proses pengacakan secara acak (*random assignment*), namun tetap memungkinkan peneliti memberikan perlakuan yang berbeda antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Melalui *quasi experiment*, peneliti dapat mengukur pengaruh penggunaan simulasi PhET terhadap peningkatan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa secara lebih terkontrol.

Pendekatan ini sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu untuk membandingkan hasil Pretest dan Post-test antara dua kelompok yang memperoleh perlakuan pembelajaran berbeda kelompok eksperimen menggunakan simulasi PhET, sedangkan kelompok kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Dengan desain ini, peneliti dapat menentukan efektivitas media simulasi dalam mendukung pengembangan keterampilan proses sains pada materi Hukum Newton.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain Pretest–Post-test *control group design*, yaitu salah satu bentuk desain *quasi experiment* yang memungkinkan perbandingan peningkatan keterampilan proses sains antara dua kelompok dengan perlakuan berbeda. Pada desain ini, kedua kelompok diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal, kemudian diberi perlakuan sesuai model pembelajaran masing-masing, dan akhirnya

diberikan *post-test* untuk mengukur peningkatan setelah perlakuan. Desain penelitian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Post-test
Eksperimen	O1	X1 (Simulasi phET)	O2
Kontrol	O2	X2 (Konvensional)	O4

Sumber: Olah Data Penulis (2025)

Keterangan:

1. O₁ dan O₃ merupakan tes awal untuk mengukur kemampuan awal KPS siswa.
2. X₁ adalah perlakuan berupa pembelajaran menggunakan simulasi PhET yang memfasilitasi eksplorasi variabel gaya, massa, dan percepatan.
3. X₂ adalah perlakuan berupa pembelajaran konvensional tanpa bantuan simulasi.
4. O₂ dan O₄ merupakan tes akhir untuk mengukur peningkatan KPS setelah perlakuan.

Desain ini dipilih untuk menentukan secara empiris seberapa besar efektivitas penggunaan simulasi PhET dalam meningkatkan keterampilan proses sains dibandingkan metode pembelajaran konvensional pada materi Hukum Newton.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAS Pelita Raya Jambi, yang menjadi lokasi pelaksanaan pembelajaran fisika menggunakan simulasi PhET pada materi Hukum Newton. Sekolah ini dipilih karena memiliki fasilitas pembelajaran berbasis teknologi yang mendukung penerapan simulasi interaktif dalam proses pembelajaran.

Kegiatan penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 selama kurang lebih dua minggu. Rangkaian penelitian meliputi pelaksanaan *Pretest*, pemberian perlakuan pada masing-masing kelompok (kelas eksperimen dan kelas kontrol), serta pelaksanaan *Post-test*. Pengaturan waktu pembelajaran dilakukan secara terstruktur untuk memastikan seluruh tahapan penelitian berlangsung konsisten sesuai desain penelitian.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI SMAS Pelita Raya Jambi pada tahun ajaran 2025/2026. Populasi tersebut dipilih karena pada jenjang ini siswa telah mempelajari materi Hukum Newton secara lebih mendalam sehingga sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. Pertimbangan utama dalam pemilihan sampel adalah kesetaraan kemampuan akademik awal siswa dan ketersediaan kelas untuk penerapan perlakuan yang berbeda. Berdasarkan pertimbangan tersebut, dipilih dua kelas sebagai sampel penelitian, ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Sampel Penelitian

Kelas	Jumlah Siswa	Perlakuan
XI Science 1	22 siswa	Pembelajaran dengan menggunakan Simulasi phET (kelas eksperimen)
XI Science 2	22 siswa	Pembelajaran konvensional (kelas kontrol)

Sumber: Olah Data Penulis (2025)

Kedua kelas memiliki jumlah siswa yang sama dan karakteristik akademik awal yang relatif setara sehingga memungkinkan peneliti melakukan perbandingan hasil belajar secara lebih objektif. Penetapan satu kelas sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas sebagai kelompok kontrol bertujuan untuk mengetahui efektivitas simulasi PhET dalam meningkatkan Keterampilan Proses Sains siswa.

Instrumen Penelitian

Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas pembelajaran menggunakan simulasi PhET dibandingkan dengan metode ceramah terhadap peningkatan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa SMA pada materi Hukum Newton. Untuk memperoleh data, digunakan tes KPS berbentuk pilihan ganda beralasan sebanyak 30 butir soal. Tes ini diberikan dua kali, yaitu Pretest sebelum pembelajaran dan Post-test setelah pembelajaran, untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains siswa.

Penyusunan soal didasarkan pada teori Keterampilan Proses Sains (KPS) sebagaimana dijelaskan oleh beberapa peneliti nasional, bahwa keterampilan proses sains mencakup keterampilan dasar dan keterampilan terpadu yang digunakan untuk melakukan penyelidikan ilmiah. Keterampilan proses sains terdiri atas keterampilan dasar seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, dan menafsirkan data, serta keterampilan terpadu seperti meramalkan, mengomunikasikan, dan menyimpulkan (Zulirfan, Z., & Iksan 2019). Adapun tujuh aspek KPS yang dinilai adalah sebagai berikut:

1. Mengamati (*observing*)
Mengidentifikasi informasi dari simulasi seperti perubahan posisi, kecepatan, gaya, massa, atau percepatan.
2. Mengklasifikasi (*classifying*)
Mengelompokkan jenis gerak atau kondisi gaya berdasarkan tampilan simulasi atau data yang dihasilkan.
3. Menafsirkan (*interpreting*)
Menggambar makna dari grafik gaya–percepatan, grafik $v-t$ atau data yang muncul dalam simulasi.
4. Meramalkan (*predicting*)
Memprediksi perubahan gerakan benda akibat perubahan variabel massa, gaya, atau hambatan.
5. Mengukur (*measuring*)
Menentukan nilai besaran fisika seperti gaya total, percepatan, atau massa berdasarkan tampilan angka pada simulasi.
6. Mengomunikasikan (*communicating*)
Mengubah hasil pengamatan menjadi pernyataan verbal atau memilih representasi ilmiah yang paling tepat.
7. Menyimpulkan (*inferring*)
Menarik kesimpulan ilmiah mengenai hubungan antarbesaran (misalnya hubungan gaya, massa, percepatan berdasarkan Hukum Newton) berdasarkan data hasil percobaan virtual.

Instrumen ini belum melalui validasi ahli secara formal, tetapi telah ditelaah oleh guru fisika untuk memastikan kesesuaian isi, ketepatan indikator, dan tingkat kesulitan soal dengan kebutuhan, ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Kisi-Kisi Tes Hukum Newton

No	Materi	Indikator KPS	Indikator Operasional KPS	Level
1	Gerak – kecepatan	Mengamati, Menginterpretasi	Mengidentifikasi data tabel & menentukan perbandingan kecepatan	C2
2	Gerak – kecepatan	Mengamati, Menginterpretasi	Membaca tabel & menyimpulkan hewan tercepat/terlambat	C2
3	Jarak–waktu	Meramalkan	Memprediksi waktu tempuh berdasarkan jarak	C3
4	Ticker timer	Mengukur & Menginterpretasi	Menghitung kecepatan dari interval titik	C3
5	Jarak–waktu	Menginterpretasi	Menentukan tabel jarak–waktu berdasarkan kecepatan tetap	C2
6	Grafik s–t	Mengkomunikasikan	Menentukan bentuk grafik dari data tabel	C2– C3
7	Grafik v–t	Menginterpretasi	Mengidentifikasi grafik kecepatan tetap	C2
8	Grafik gerak	Menginterpretasi, Menyimpulkan	Menentukan bagian grafik yang menunjukkan GLB	C3
9	Jarak–waktu	Menginterpretasi, Menyimpulkan	Menilai apakah gerak berkecepatan tetap atau berubah	C2– C3
10	Bidang miring	Meramalkan, Menerapkan	Memprediksi perubahan waktu tempuh akibat percepatan	C3
11	Jarak–waktu percepatan	Menginterpretasi, Mengkomunikasikan	Menentukan grafik percepatan berubah	C3

No	Materi	Indikator KPS	Indikator Operasional KPS	Level
12	Grafik $v-t$	Mengkomunikasikan	Menentukan grafik percepatan konstan	C2– C3
13	Jarak–waktu	Menginterpretasi	Menyimpulkan percepatan berubah tiap detik	C2– C3
14	Inersia	Mengamati, Menyimpulkan	Mengidentifikasi inersia dari fenomena kertas ditarik	C2– C3
15	Hukum Newton II	Menerapkan, Menginterpretasi	Menjelaskan pengaruh massa terhadap percepatan	C3
16	Sistem kereta & beban	Menginterpretasi, Menyimpulkan	Menjelaskan perubahan percepatan akibat massa	C3
17	Hukum Newton III	Menerapkan konsep	Menghubungkan kepakakan sayap dengan gaya aksi–reaksi	C2– C3
18	Aksi reaksi fluida	Menerapkan konsep	Menjelaskan perenang terdorong maju	C2
19	Aksi reaksi	Mengamati, Menerapkan	Memilih pasangan aksi–reaksi yang benar	C2– C3
20	Hukum III Newton	Menginterpretasi	Mengidentifikasi contoh aksi–reaksi	C2
21	Hukum I Newton	Mengamati, Menyimpulkan	Menjelaskan inersia kelereng saat papan digerakkan	C2
22	Hukum II Newton	Menginterpretasi	Menghitung percepatan troli dari massa berbeda	C3
23	Identifikasi hukum Newton III	Menginterpretasi	Memilih peristiwa aksi–reaksi	C2

No	Materi	Indikator KPS	Indikator Operasional KPS	Level
24	F-a	Mengamati, Menginterpretasi	Menentukan hubungan lurus antara gaya dan percepatan	C2- C3
25	Hukum II Newton	Menerapkan konsep	Menyimpulkan percepatan saat gaya diperbesar	C2
26	Aksi reaksi	Menginterpretasi	Menyimpulkan gaya air terhadap perenang	C2
27	Gaya ($F = m a$)	Mengukur & menghitung	Menghitung gaya dari massa & percepatan	C3
28	Grafik F-a	Mengkomunikasikan	Menentukan grafik hubungan linear	C2- C3
29	Gaya gesek	Menyimpulkan	Menjelaskan hubungan gaya & gerak benda	C2
30	Aksi reaksi & massa	Menerapkan konsep	Menentukan siapa bergerak lebih cepat berdasarkan massa	C3

Sumber: Olah Data Penulis (2025)

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Data penelitian dalam studi ini diperoleh melalui dua jenis tes, yaitu *Pretest* dan *Post-test* Keterampilan Proses Sains (KPS), yang diberikan kepada dua kelas penelitian, yaitu kelas yang menggunakan simulasi PhET dan kelas yang diajar melalui metode ceramah konvensional. *Pretest* diberikan sebelum pembelajaran dimulai untuk mengetahui kemampuan awal siswa dalam melakukan keterampilan proses sains, khususnya pada tujuh indikator yang diukur dalam penelitian. *Post-test* diberikan setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai untuk mengetahui sejauh mana keterampilan proses sains siswa berkembang setelah mengikuti pembelajaran sesuai dengan perlakuan masing-masing kelas.

Pengumpulan data dilakukan dengan terlebih dahulu menyusun instrumen tes yang telah ditelaah berdasarkan indikator KPS, kemudian memberikan *Pretest* kepada kedua

kelas sebelum pembelajaran berlangsung. Setelah itu, kelas eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan simulasi PhET, sementara kelas kontrol menerima pembelajaran melalui metode ceramah. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan *Post-test* dengan instrumen yang sama untuk mengukur peningkatan KPS. Selain tes, peneliti juga melakukan observasi keterampilan proses sains selama pembelajaran sebagai data pendukung untuk memberi gambaran tentang aktivitas ilmiah siswa selama proses pembelajaran.

Analisis data dilakukan melalui pendekatan deskriptif kuantitatif. Tahap awal analisis dilakukan dengan menghitung skor rata-rata *Pretest* dan *Post-test* pada masing-masing kelas untuk melihat perubahan kemampuan siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Untuk mengetahui besar sebuah peningkatan keterampilan proses sains, digunakan nilai N-Gain (*Normalized Gain*), yang dihitung menggunakan rumus Hake (1999):

$$N - Gain (\%) = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

1. S_{post} = skor rata-rata Post-test
2. S_{pre} = skor rata-rata Pretest
3. S_{maks} = skor maksimum (100)

Nilai N-Gain yang diperoleh kemudian dikategorikan berdasarkan kriteria pada ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kategori Efektivitas N-Gain

Persentase	Tafsiran
<40	Tidak Efektif
40-55	Kurang Efektif
56-75	Cukup Efektif
> 76	Efektif

Sumber: Data Hasil Penelitian (2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Hasil *Pretest* dan *Post-test*

Sebelum diberikan perlakuan pembelajaran, kedua kelompok yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol terlebih dahulu diberikan tes awal (*Pretest*) untuk mengukur kemampuan awal siswa dalam Keterampilan Proses Sains (KPS). Tes ini mencakup tujuh indikator KPS yang diukur dalam penelitian, yaitu: mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan, mengukur, meramalkan, mengomunikasikan, dan menyimpulkan.

Hasil *pretest* menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada kedua kelas relatif setara. Rata-rata skor *pretest* pada kelas eksperimen sebesar 41,21, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 53,18. Perbedaan nilai rata-rata yang kecil ini menunjukkan bahwa kemampuan awal KPS siswa di kedua kelas hampir sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok memiliki kondisi awal yang sebanding untuk dibandingkan lebih lanjut.

Setelah perlakuan pembelajaran selesai dilaksanakan, kedua kelas diberikan tes akhir (*Post-test*) dengan instrumen yang sama untuk melihat peningkatan keterampilan proses sains setelah pembelajaran. Kelas eksperimen memperoleh rata-rata nilai *post-test* sebesar 75,90, sedangkan kelas kontrol sebesar 73,48.

Data hasil *Pretest* dan *Post-test* KPS siswa disajikan pada ditunjukkan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rata-rata *Pretest* dan *Post-test*

Kelas	Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Post-test</i>	Selisih
Eksperimen	41,21	75,90	34,69
Kontrol	53,18	73,48	20,30

Sumber: Data Hasil Penelitian (2025)

Berdasarkan tabel tersebut, peningkatan nilai posttest lebih tinggi pada kelas eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan simulasi PhET memberikan dampak positif.

2. Hasil Analisis Persentase N-Gain

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai rata-rata N-Gain keterampilan proses sains untuk kedua kelas sebagaimana ditunjukkan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Persentase N-Gain

Kelas	Persentase N-Gain (%)	Kategori Efektivitas
Eksperimen (Simulasi PhET)	59%	Cukup Efektif
Kontrol (Konvensional)	43%	Kurang Efektif

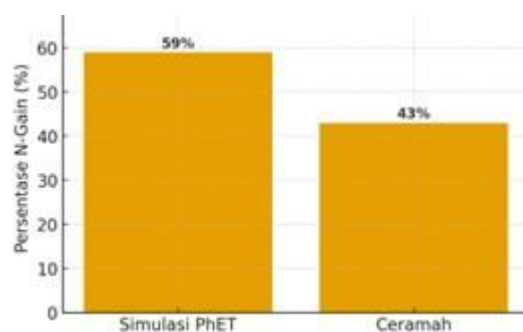
Sumber: Data Hasil Penelitian (2025)

Dari hasil perhitungan di atas terlihat bahwa kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran menggunakan simulasi PhET mengalami peningkatan KPS dengan nilai N-Gain sebesar 59%, termasuk dalam kategori cukup efektif. Sementara itu, kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran konvensional hanya memperoleh nilai N-Gain sebesar 43%, yang termasuk dalam kategori kurang efektif.

Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penerapan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa dibandingkan metode pembelajaran tradisional. Hal ini disebabkan karena simulasi PhET memungkinkan siswa untuk:

1. Melakukan eksplorasi langsung terhadap variabel gaya, massa, dan percepatan,
2. Mengamati hubungan antarbesaran fisika secara visual,
3. Melakukan prediksi dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil percobaan virtual.
4. Mengembangkan pemahaman konseptual melalui pengalaman belajar yang bersifat interaktif dan kontekstual.

Selain itu, peningkatan nilai N-Gain yang lebih tinggi pada kelas eksperimen juga menunjukkan bahwa aktivitas inkuiri dan eksplorasi dalam simulasi dapat melatih siswa berpikir ilmiah sesuai dengan prinsip *scientific process skills*. Dengan demikian, hasil analisis N-Gain memperkuat temuan bahwa pembelajaran berbasis simulasi PhET lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam mengembangkan KPS siswa pada materi Hukum Newton.



Sumber: Dokumen Penulis (2025)

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan simulasi PhET berpengaruh positif terhadap peningkatan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa pada materi Hukum Newton. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata N-Gain sebesar 59% pada kelas eksperimen yang termasuk dalam kategori cukup efektif, sedangkan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional hanya mencapai 43% (kategori kurang efektif). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan simulasi PhET memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap pengembangan keterampilan proses sains dibandingkan metode ceramah.

Peningkatan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen terjadi karena simulasi PhET menyediakan lingkungan belajar yang interaktif, eksploratif, dan berbasis visualisasi, yang mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses ilmiah. Dalam simulasi ini, siswa dapat mengamati perubahan variabel, memanipulasi parameter fisika, dan melihat hasil percobaan secara langsung dalam bentuk grafik dan animasi. Aktivitas tersebut memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan KPS secara alami, terutama pada aspek mengamati, menafsirkan, dan menyimpulkan.

Menurut (Lestari and Diana 2018) Keterampilan Proses Sains merupakan kemampuan peserta menerapkan metode didik ilmiah dalam memahami, mengembangkan sains serta menemukan ilmu pengetahuan. Proses pembelajaran dengan simulasi PhET memberikan kesempatan bagi siswa untuk melatih keterampilan tersebut secara aktif karena mereka tidak hanya menerima informasi, tetapi juga membangun pemahaman melalui eksplorasi dan penalaran berbasis data. Hal ini sejalan dengan prinsip konstruktivisme yang dikemukakan oleh , pembelajaran konstruktivisme menekankan peran penting interaksi antara siswa dan lingkungan belajar yang merangsang aktivitas berpikir.

Selain itu, hasil penelitian ini sejalan dengan (Purwana and Saputra 2025) menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan PhET dapat meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) seperti mengamati, mengklasifikasi, dan menafsirkan fenomena. Dalam konteks materi Hukum Newton, siswa yang menggunakan simulasi PhET dapat melihat secara langsung hubungan antara gaya, massa, dan percepatan, serta memprediksi perubahan gerak benda ketika salah satu variabel diubah. Aktivitas semacam ini membantu siswa memahami hubungan antarbesaran fisika secara konkret dan kontekstual, yang sulit diperoleh hanya melalui metode ceramah.

Dari segi kognitif, peningkatan keterampilan proses sains juga dapat dijelaskan melalui teori belajar bermakna Ausubel melalui simulasi PhET, siswa dapat menghubungkan konsep-konsep fisika yang telah dipelajari sebelumnya dengan fenomena baru yang divisualisasikan secara nyata. Hal ini sejalan dengan teori belajar bermakna Ausubel dalam (Rararati, Nuroso, and Kurniawan 2024), di mana melalui simulasi PhET, siswa dapat menghubungkan konsep-konsep fisika yang telah dipelajari sebelumnya dengan fenomena baru yang divisualisasikan secara nyata. Hal ini sejalan dengan teori belajar bermakna Melalui simulasi PhET, siswa mengaitkan konsep Hukum Newton yang telah mereka pelajari sebelumnya dengan pengalaman eksperimen virtual yang lebih nyata, sehingga proses asimilasi konsep berjalan lebih optimal.

Lebih lanjut, aktivitas dalam simulasi juga melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*) dalam revisi taksonomi Bloom. Siswa tidak hanya mengingat dan memahami konsep, tetapi juga menginterpretasikan data (*interpreting*), mengklasifikasi hasil percobaan (*classifying*), dan menjelaskan fenomena fisika (*explaining*) berdasarkan hasil eksplorasi mereka sendiri. Hal ini memperlihatkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi PhET mampu mengintegrasikan berbagai aspek KPS dalam satu kegiatan belajar yang utuh.

Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas simulasi PhET masih berada pada kategori cukup efektif, bukan sangat efektif. Beberapa faktor yang diduga memengaruhi hasil tersebut antara lain:

1. Kemampuan awal siswa yang beragam, yang menyebabkan perbedaan dalam kecepatan memahami simulasi.
2. Keterbatasan waktu pembelajaran, sehingga belum semua siswa dapat mengeksplorasi seluruh fitur simulasi secara optimal.

3. Aspek mengukur (*measuring*) dan mengomunikasikan (*communicating*) yang masih rendah, karena sebagian siswa kesulitan menafsirkan data numerik dan menyusun laporan ilmiah berdasarkan hasil simulasi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Rizaldi and Jufri 2020) yang mengemukakan keberhasilan pembelajaran dengan simulasi interaktif seperti PhET bergantung pada kemampuan guru dalam membimbing siswa memahami representasi visual serta kemampuan analitis siswa dalam menafsirkan data dan mengaitkannya dengan teori fisika.

Secara keseluruhan, pembelajaran menggunakan simulasi PhET dapat dianggap efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa karena mampu:

1. Menyediakan pengalaman belajar berbasis eksplorasi dan penemuan,
2. Menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah, dan
3. Mengintegrasikan keterampilan proses dalam konteks nyata.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa simulasi PhET berperan penting sebagai media pembelajaran berbasis inkuiri yang mendorong siswa untuk berpikir kritis, analitis, dan ilmiah dalam memahami konsep fisika, khususnya pada materi Hukum Newton.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan simulasi PhET terbukti lebih efektif dalam meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa dibandingkan pembelajaran konvensional. Kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 59% (kategori cukup efektif), sedangkan kelas kontrol hanya 43% (kategori kurang efektif). Penggunaan simulasi PhET membantu siswa mengembangkan kemampuan mengamati, menafsirkan, memprediksi, dan menyimpulkan melalui pengalaman belajar yang interaktif dan kontekstual.

Saran-saran untuk penelitian lebih lanjut untuk menutup kekurangan penelitian. Tidak memuat saran-saran diluar untuk penelitian lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada SMAS Pelita Raya Jambi yang telah memberikan izin dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga

ditujukan kepada guru fisika serta seluruh siswa kelas eksperimen dan kontrol yang telah berpartisipasi dengan antusias selama proses pembelajaran. Tidak lupa, apresiasi diberikan kepada rekan sejawat dan dosen pembimbing atas bimbingan, saran, dan dukungan yang diberikan hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Abdjul, Tirtawaty, Nancy Katili, Septiana Kurniasari, and Muhammad Yunus. 2022. "The Effect of the Application of PhET-Assisted Ryleac Model on Students' Science Process Skills." 8(5):2216–23. doi: 10.29303/jppipa.v8i5.2235.
- Abulyatama, Universitas. 2021. "Penggunaan Simulasi PhET Terhadap Efektivitas Belajar IPA." 8848(1):227–36.
- Arifullah, A Halim, M. Syukri and E. Nurfadilla. 2020. "The Development of Student Worksheets with PhET Assisted to Improve Student Science Process Skill The Development of Student Worksheets with PhET Assisted to Improve Student Science Process Skill." doi: 10.1088/1742-6596/1460/1/012144.
- Efendi, Nur, and Septi Budi. 2021. "The Effect of Distance Learning Practicum Based on PhET Interactive Simulations on Science Process Skills of Secondary School Students." 9(1):91–96.
- Khairunnisa, Ita, Istiqamah. 2020. "Keterampilan Proses Sains (KPS) Mahasiswa Tadris Biologi Pada." 1(2):58–65.
- Khoiriyah, Siti, and Muh Amin Sunarhadi. 2025. "Implementasi Pembelajaran Sains Pada Kuliah Kerja Lapangan Berbasis Inquiry Dalam Upaya Mendorong Capaian IKU Di Perguruan Tinggi." 14(1):27–33. doi: 10.20961/inkuiri.v14i1.99267.
- Lestari, Mega Yati, and Nirva Diana. 2018. "Keterampilan Proses Sains (KPS) Pada Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar I." 01(1):49–54.
- Mahulae. 2023. "Pengaruh Model Pembelajaran Inquiry Training Menggunakan Media PhET Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa." 4(1):37–42.
- Nurfahzuni, Dian, and Mohammad Budiyanto. 2023. "Implementasi Guided Inquiry Learning Berbantuan Simulasi Interaktif PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains." 11(1):53–60.
- Purwana, I. Gede, and Edi Saputra. 2025. "Efektivitas Pembelajaran Fisika Berorientasi Guided Inquiry Berbantuan PhET Simulasi Terhadap Pengembangan Keterampilan Proses Sains Siswa." 17(2). doi: 10.35457/konstruk.v17i2.4646.
- R Haryadi, H. Pujiastuti. 2020. "PhET Simulation Software-Based Learning to Improve Science Process Skills PhET Simulation Software-Based Learning to Improve Science Process Skills." doi: 10.1088/1742-6596/1521/2/022017.
- Rahma, A., S. Wahyuni. 2025. "Studi Literatur: Analisis Penyebab Kurangnya Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Dalam Pembelajaran IPA." 13.
- Rararati, P. A., H. Nuroso, and A. F. Kurniawan. 2024. "Kajian Literatur : Penggunaan Simulasi PhET Dalam Pembelajaran Fisika." 3(2):45–54. doi: 10.26877/lpt.v3i2.21838.

- Rizaldi, Dedi Riyan, and A. Wahab Jufri. 2020. "PhET : Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika." doi: 10.29303/jipp.v5i1.103.
- Rizkiana, Fitria, and Herlina Apriani. 2020. "Simulasi PhET: Pengaruhnya Terhadap Pemahaman Konsep Bentuk Dan Kepolaran Molekul." 11(1):1–7.
- S Aisah, E. Ilaika. 2025. "Analisis Keterampilan Proses Sains (Kps) Pada Mahasiswa Calon Guru Mi/Sd Di Institut Ummul Quro Ai-Islami Bogor." 10.
- S Ruwiyah, N F A Rahman, A R A.Rahim, M Y Yusof, S. H. Umar. 2021. "Cultivating Science Process Skills among Physics Students Using PhET Simulation in Teaching Cultivating Science Process Skills among Physics Students Using PhET Simulation in Teaching." doi: 10.1088/1742-6596/2126/1/012007.
- Sari, Wafa Pinda, Hairunisyah Sahidu, and Ahmad Harjono. 2022. "Efektivitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Discovery Berbantuan Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik." 7:995–1000.
- Susilawat, Doyan, Aris, Lalu Mulyadi, Chistine P. Abo, Chester Ian, and Sotto Pineda. 2022. "The Effectiveness of Modern Physics Learning Tools Using the PhET Virtual Media Assisted Inquiry Model in Improving Cognitive Learning Outcomes , Science Process Skills , and Scientific Creativity of Prospective Teacher Students." 8(1):2018–22. doi: 10.29303/jppipa.v8i1.1304.
- Zulirfan, Z., & Iksan, Z. H. 2019. "Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains Bagi Siswa SMP Sederajat." 18–24.