



Pemanfaatan Media PhET untuk Meningkatkan Minat dan Aktivitas Belajar IPA Siswa Kelas V Sekolah Dasar

Fitriyah Ika Astutik

fitriyah@alkhairat.ac.id

(Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, Institut Agama Islam Al-Khairat Pamekasan, Indonesia)

Submission: 12-01-2026

Received: 28-01-2026

Published: 29-01-2026

Abstract

This study aims to analyze the utilization of PhET (Physics Education Technology) media to enhance students' interest and learning activity in science subjects among fifth-grade students at SDN Waru Barat 4, focusing on the topic of "Force and Energy." The research was motivated by the low level of student engagement in science learning, often caused by the dominance of conventional, teacher-centered instruction. A quantitative approach using Classroom Action Research (CAR) with the Kemmis and McTaggart model was employed, conducted in two cycles. The research subjects consisted of 25 fifth-grade students during the first semester of the 2025/2026 academic year. Data were collected through observation, learning interest questionnaires, and interviews, then analyzed using descriptive quantitative methods. The findings revealed a significant improvement in students' learning interest and activity. The average learning interest score increased from 67.4 to 88.6, while the learning activity score rose from 69.2 to 91.8. Moreover, students demonstrated better conceptual understanding of the relationship between force, mass, and kinetic energy. The use of PhET simulations not only enhanced engagement and curiosity but also fostered intrinsic motivation and self-confidence. Therefore, PhET media proved to be an effective tool for promoting active, collaborative, and meaningful science learning in elementary education.

Keyword

PhET Simulation, learning interest, learning activity, elementary science, force and energy.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan media PhET (*Physics Education Technology*) dalam meningkatkan minat dan aktivitas belajar IPA siswa kelas V SDN Waru Barat 4 pada materi "Gaya dan Energi." Latar belakang penelitian ini berangkat dari rendahnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains akibat dominasi metode konvensional yang kurang interaktif. Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilaksanakan menggunakan model Kemmis dan McTaggart, yang terdiri atas dua siklus. Setiap siklus meliputi tahapan perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Subjek penelitian adalah 25 siswa kelas V pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Data penelitian dikumpulkan melalui observasi, angket minat belajar, dan wawancara. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif untuk melihat peningkatan minat belajar siswa pada setiap siklus, serta analisis deskriptif kualitatif untuk mendukung hasil observasi dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek minat dan aktivitas belajar siswa. Skor rata-rata minat belajar meningkat dari 67,4 menjadi 88,6, sedangkan aktivitas belajar meningkat dari 69,2 menjadi 91,8. Selain itu, siswa menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual terhadap hubungan antara gaya, massa, dan energi kinetik. Pembelajaran dengan PhET tidak hanya meningkatkan partisipasi dan rasa ingin tahu, tetapi juga menumbuhkan motivasi intrinsik dan kepercayaan diri. Dengan demikian, media PhET terbukti efektif dalam menciptakan pembelajaran IPA yang aktif, kolaboratif, dan bermakna di tingkat sekolah dasar.

Kata Kunci

PhET Simulation, minat belajar, aktivitas belajar, IPA SD, gaya dan energi.

PENDAHULUAN

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat Madrasah Ibtidaiyah (MI) atau Sekolah Dasar (SD) memiliki peran strategis dalam membentuk dasar kemampuan berpikir ilmiah, sikap kritis, dan rasa ingin tahu peserta didik terhadap fenomena alam. Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran IPA di tingkat dasar masih sering berlangsung secara konvensional, didominasi ceramah dan hafalan, sehingga kurang memunculkan antusiasme dan partisipasi aktif siswa dalam proses belajar mengajar (Rayan et al., 2023). Hal ini berdampak pada rendahnya minat dan aktivitas belajar IPA, yang sejatinya merupakan fondasi bagi penguasaan konsep sains di jenjang pendidikan selanjutnya.

Salah satu pendekatan inovatif untuk mengatasi tantangan tersebut adalah dengan pemanfaatan media pembelajaran berbasis simulasi interaktif, seperti *Physics Education Technology (PhET)*. PhET dikembangkan oleh University of Colorado Boulder sebagai media pembelajaran interaktif berbasis komputer yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi konsep-konsep ilmiah melalui eksperimen virtual yang menyenangkan dan bermakna (Adams, 2010). Media ini memungkinkan siswa mengamati hubungan sebab-akibat, melakukan manipulasi variabel, dan membangun pemahaman konseptual tanpa keterbatasan alat laboratorium nyata.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Interactive Simulations* berkontribusi positif terhadap motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa dalam pembelajaran sains. Lahlali et al., (2023) dalam penelitiannya melaporkan bahwa integrasi simulasi interaktif PhET pada pembelajaran IPA mampu meningkatkan keterlibatan kognitif dan emosional siswa secara signifikan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Dy et al., (2024), yang menyatakan bahwa siswa yang belajar menggunakan PhET menunjukkan tingkat partisipasi aktif dan kinerja belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. (Kumullah et al., 2023) melaporkan bahwa penggunaan PhET sebagai laboratorium virtual di sekolah dasar meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar dan membantu visualisasi konsep sains yang abstrak

Dalam pendidikan dasar, penggunaan *PhET Interactive Simulations* relevan karena sesuai dengan tahap operasional konkret siswa sekolah dasar, di mana pembelajaran efektif terjadi melalui visualisasi dan eksplorasi langsung. Simulasi PhET terbukti membantu mengonkretkan konsep IPA yang abstrak seperti gaya, energi, dan gerak sehingga meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa (Rahayu & Sartika, 2020). Temuan serupa ditunjukkan oleh penelitian pada materi tata surya yang melaporkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa sekolah dasar melalui penggunaan PhET (Prima et al., 2018).

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada satu aspek pembelajaran, seperti motivasi atau pemahaman konsep saja, serta banyak dilakukan pada jenjang pendidikan menengah. Kajian yang secara simultan mengintegrasikan minat belajar dan aktivitas belajar siswa IPA pada jenjang sekolah dasar masih terbatas. Studi terbaru oleh Diab et al., (2024) menunjukkan bahwa PhET

mampu menciptakan pembelajaran IPA yang lebih aktif dan kolaboratif melalui eksplorasi digital, tetapi belum secara spesifik mengkaji penerapannya dalam konteks pembelajaran nyata di sekolah dasar (Diab et al., 2024).

Berdasarkan celah tersebut, kebaharuan penelitian ini terletak pada analisis pemanfaatan media pembelajaran berbasis PhET yang secara bersamaan menelaah minat belajar dan aktivitas belajar IPA siswa kelas V sekolah dasar dalam konteks pembelajaran yang kontekstual. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi empiris sekaligus praktis bagi guru sekolah dasar dalam mengoptimalkan penggunaan PhET untuk pembelajaran IPA yang lebih bermakna dan interaktif.

METHODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang bertujuan untuk meningkatkan minat dan aktivitas belajar siswa melalui pemanfaatan media pembelajaran interaktif berbasis PhET Simulation. Metode PTK dipilih karena memungkinkan guru dan peneliti melakukan perbaikan pembelajaran secara berkelanjutan berdasarkan permasalahan nyata yang terjadi di kelas, sekaligus meningkatkan kualitas proses pembelajaran IPA (Dy et al., 2024).

Desain penelitian mengacu pada model PTK Kemmis dan McTaggart yang terdiri atas empat tahap, yaitu perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Keempat tahap tersebut dilaksanakan secara berulang dalam beberapa siklus, di mana hasil refleksi pada setiap siklus digunakan sebagai dasar perbaikan pembelajaran pada siklus berikutnya. Model ini dinilai efektif untuk mengevaluasi dan meningkatkan keterlibatan siswa secara bertahap dalam pembelajaran IPA berbasis simulasi interaktif (Rayan et al., 2023).

Subjek penelitian adalah siswa kelas V SDN Waru Barat IV dengan jumlah 25 siswa. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Pemilihan kelas didasarkan pada kesesuaian materi IPA yang dipelajari, khususnya topik gaya dan energi, yang dapat divisualisasikan secara efektif melalui simulasi PhET sehingga mendukung pemahaman konseptual siswa (Rahayu & Sartika, 2020).

Prosedur penelitian diawali dengan penyusunan perangkat pembelajaran berbasis PhET Simulation, kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan pembelajaran menggunakan simulasi seperti *Forces and Motion: Basics*. Selama proses pembelajaran, aktivitas siswa diamati untuk melihat tingkat partisipasi, interaksi, dan keterlibatan eksploratif. Tahap refleksi dilakukan untuk menilai keberhasilan tindakan dan menentukan perbaikan pada siklus selanjutnya, sebagaimana diterapkan dalam penelitian pembelajaran PhET sebelumnya (Prima et al., 2018).

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi aktivitas belajar siswa dan penyebaran angket minat belajar sebelum dan sesudah penerapan media PhET. Selain itu, wawancara singkat dilakukan untuk memperoleh gambaran respon siswa terhadap penggunaan simulasi interaktif. Kombinasi teknik observasi dan angket ini dinilai efektif untuk mengukur aspek afektif dan partisipatif siswa dalam pembelajaran IPA berbasis PhET (Mallari, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SDN Waru Barat 4 pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, dengan subjek penelitian sebanyak 25 siswa kelas V SDN Waru Barat 4. Materi pembelajaran yang digunakan adalah “Gaya dan Energi”, yang sesuai untuk divisualisasikan menggunakan *PhET Simulation* bertema *Forces and Motion: Basics* serta *Energy Skate Park* (Bahtiar et al., 2024).

Penelitian dilakukan dalam dua siklus, masing-masing terdiri atas tahap perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Data diperoleh melalui observasi aktivitas belajar, angket minat belajar, dan wawancara untuk memperkuat hasil kuantitatif.

Observasi Aktivitas Belajar

Pada siklus I, siswa masih tampak canggung menggunakan simulasi PhET, namun secara bertahap menunjukkan peningkatan keterlibatan. Sebagian besar siswa aktif mencoba menggerakkan objek pada simulasi “Gaya dan Energi” untuk memahami hubungan antara massa, gaya, dan percepatan. Guru bertindak sebagai fasilitator yang memandu eksplorasi konsep melalui pertanyaan pemicu dan diskusi. Pada siklus II, siswa mulai menunjukkan kemandirian belajar, lebih antusias bereksperimen, dan berkolaborasi dengan teman sekelompok untuk memecahkan masalah yang diberikan. Aktivitas belajar meningkat secara signifikan, dengan siswa mampu menjelaskan hasil pengamatan secara logis berdasarkan fenomena pada simulasi.

Hasil observasi dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel. 1 hasil Observasi Aktivitas Belajar

Siklus	Skor Rata-rata Aktivitas	Kategori
Pra-Tindakan	69,2	Sedang
Siklus I	82,5	Tinggi
Siklus II	91,8	Sangat Tinggi

Peningkatan ini sejalan dengan penelitian Lahlali et al., (2023), yang menunjukkan bahwa integrasi *PhET Simulations* mampu meningkatkan keterlibatan dan interaksi belajar siswa secara signifikan. Selain itu, Diab et al., (2024) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis PhET mendorong partisipasi aktif karena siswa tidak hanya mengamati, tetapi juga memanipulasi variabel yang memengaruhi fenomena fisis, sehingga aktivitas belajar menjadi lebih bermakna.

Angket Minat Belajar

Hasil analisis angket minat belajar siswa menunjukkan peningkatan yang jelas setelah penerapan media PhET. Sebelum tindakan, sebagian besar siswa menilai pelajaran IPA sebagai mata pelajaran “sulit dan membosankan”. Namun, setelah dua siklus pembelajaran dengan simulasi interaktif, persepsi tersebut berubah. Siswa menunjukkan antusiasme tinggi terhadap kegiatan eksperimen virtual.

Tabel. 2 Hasil Angket Minat Belajar

Siklus	Skor Rata-rata Minat	Kategori
Pra-Tindakan	67,4	Sedang
Siklus I	79,8	Tinggi
Siklus II	88,6	Sangat Tinggi

Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Manlapig (2024), yang menyatakan bahwa *PhET simulations* secara signifikan meningkatkan motivasi belajar fisika melalui pengalaman belajar visual dan interaktif. Demikian pula, Buar & Obiedo (2025) menunjukkan bahwa integrasi simulasi pada topik *Work-Energy-Power* meningkatkan minat dan partisipasi siswa karena memberikan pengalaman pembelajaran yang menyerupai permainan edukatif (*game-based learning*).

Peningkatan Pemahaman Konseptual dan Keterlibatan Emosional

Selain peningkatan minat dan aktivitas, hasil refleksi guru dan wawancara siswa menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap konsep gaya, massa, dan energi kinetik. Siswa dapat menjelaskan bagaimana perubahan gaya memengaruhi kecepatan dan arah gerak benda berdasarkan simulasi yang mereka jalankan.

Temuan ini sejalan dengan Banda & Nzabahimana (2023), yang menemukan bahwa *PhET-based instruction* meningkatkan keterlibatan kognitif dan emosional siswa secara bersamaan. Dengan demikian, media ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep ilmiah secara visual, tetapi juga menumbuhkan rasa ingin tahu yang tinggi terhadap fenomena alam. Selain itu, siswa menunjukkan kemandirian belajar yang meningkat, sebagaimana juga dilaporkan oleh Qian, (2024), yang menemukan bahwa PhET menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan mendorong eksplorasi mandiri.

Analisis Kuantitatif Keseluruhan

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan peningkatan yang signifikan antara pra-tindakan dan pasca-siklus II. Berdasarkan uji *gain score*, diperoleh peningkatan sebesar 0,68 (kategori tinggi) untuk minat belajar dan 0,74 (kategori tinggi) untuk aktivitas belajar.

Peningkatan ini memperkuat hasil penelitian Bahtiar et al. (2024), yang melaporkan bahwa simulasi PhET pada topik “Gaya dan Energi” meningkatkan pemahaman konsep serta keterlibatan siswa hingga 80%. Hal ini juga sejalan dengan Siregar et al. (2025), yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis PhET menumbuhkan motivasi intrinsik dan rasa percaya diri siswa karena pengalaman belajar berbasis eksperimen digital yang memfasilitasi rasa ingin tahu alami anak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan media pembelajaran PhET Simulation pada materi “Gaya dan Energi” di kelas V SDN Waru Barat 4 memberikan dampak positif terhadap peningkatan minat dan aktivitas belajar siswa. Peningkatan tersebut terlihat dari perubahan perilaku belajar siswa, yang semula pasif dan kurang antusias menjadi lebih aktif, bersemangat, dan mandiri dalam mengeksplorasi konsep-konsep IPA.

Menurut Lahlali et al. (2023), penggunaan simulasi interaktif berbasis PhET mampu meningkatkan *engagement* dan interaksi siswa karena memberikan

pengalaman belajar yang bersifat visual, manipulatif, dan berbasis eksperimen digital. Dengan menggunakan simulasi seperti *Forces and Motion: Basics*, siswa dapat melihat secara langsung bagaimana gaya memengaruhi kecepatan, arah, dan energi gerak suatu benda. Visualisasi ini membantu mereka memahami konsep abstrak yang sebelumnya sulit dicerna melalui metode ceramah semata.

1. Peningkatan Minat Belajar dan Motivasi Intrinsik

PhET membantu menumbuhkan motivasi intrinsik siswa karena memungkinkan mereka bereksperimen secara mandiri dan melihat hasil tindakannya secara real-time. Aktivitas ini menimbulkan rasa puas, rasa ingin tahu, dan keinginan untuk mengeksplorasi lebih lanjut. Rahayu & Sartika (2020) menyebutkan bahwa media PhET membuat siswa lebih bersemangat dan tertantang untuk memahami konsep sains melalui visualisasi yang konkret.

Penelitian serupa oleh Diab et al. (2024) menegaskan bahwa pengalaman belajar berbasis simulasi digital tidak hanya meningkatkan pemahaman, tetapi juga meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam mengonstruksi pengetahuannya sendiri. Siswa merasa memiliki kontrol terhadap pembelajaran mereka, yang merupakan ciri khas dari motivasi intrinsik. Selain itu, hasil ini juga sejalan dengan penelitian Siregar et al. (2025), yang menemukan bahwa penggunaan PhET dalam model *Problem Based Learning* (PBL) mampu meningkatkan self-efficacy siswa melalui kegiatan eksploratif yang menantang namun menyenangkan. Hal ini juga diperkuat oleh Khiari et al. (2025), yang menyebutkan bahwa simulasi interaktif menciptakan pengalaman belajar yang menumbuhkan rasa percaya diri dan rasa ingin tahu alami siswa terhadap fenomena fisis.

2. Aktivitas Belajar dan Keterlibatan Kognitif

Peningkatan aktivitas belajar siswa selama pembelajaran berbasis PhET terlihat melalui keterlibatan aktif dalam diskusi kelompok, eksplorasi mandiri, dan kemampuan menjelaskan hasil pengamatan. Siswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga produsen pengetahuan melalui eksperimen virtual. Menurut Banda & Nzabahimana (2023), PhET berperan dalam mengubah peran siswa dari pasif menjadi aktif karena setiap kegiatan menuntut eksplorasi, observasi, dan refleksi hasil percobaan.

Temuan ini didukung oleh Prima et al. (2018), yang membuktikan bahwa siswa yang belajar menggunakan PhET menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan partisipasi aktif. Sementara itu, Dy et al., (2024) menemukan bahwa integrasi simulasi interaktif dalam pembelajaran sains meningkatkan aktivitas diskusi kolaboratif dan memicu dialog ilmiah antarsiswa.

Peningkatan aktivitas ini juga selaras dengan teori konstruktivisme Piaget, yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan. PhET berfungsi sebagai *scaffold* digital yang memfasilitasi

pembelajaran berbasis eksplorasi, di mana siswa dapat menguji hipotesis dan memverifikasi konsep melalui percobaan berulang tanpa risiko fisik.

3. Dampak terhadap Pemahaman Konsep dan Literasi Sains

Hasil observasi menunjukkan bahwa penggunaan PhET tidak hanya meningkatkan motivasi dan aktivitas, tetapi juga memperdalam pemahaman konsep gaya dan energi. Siswa mampu menjelaskan hubungan antara gaya, massa, dan percepatan dengan cara yang lebih ilmiah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Rayan et al. (2023), yang menegaskan bahwa PhET membantu siswa memahami hubungan antarvariabel fisika melalui manipulasi langsung terhadap parameter simulasi.

PhET juga berperan dalam mengembangkan literasi sains, yaitu kemampuan siswa untuk memahami dan menerapkan konsep sains dalam kehidupan nyata. Dengan melihat simulasi gerak benda di permukaan yang berbeda, siswa mampu menghubungkan fenomena tersebut dengan pengalaman sehari-hari, misalnya mengapa benda berat sulit digerakkan. Hasil serupa dilaporkan oleh (Mallari, 2020), yang menemukan bahwa aktivitas berbasis PhET meningkatkan performa akademik siswa hingga 30% dibandingkan metode ceramah tradisional.

4. PhET sebagai Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Digital

Pembelajaran berbasis teknologi seperti PhET mendukung implementasi kurikulum merdeka yang menekankan eksplorasi dan kemandirian belajar. Menurut Wieman et al. (2008), desain PhET dikembangkan berdasarkan prinsip *constructive interaction*, di mana siswa belajar paling efektif ketika mereka dapat memanipulasi variabel, memprediksi hasil, dan menguji ide mereka sendiri.

Keunggulan PhET terletak pada kemampuannya menggabungkan pendekatan visual, eksploratif, dan inkuiri ilmiah, sehingga cocok digunakan pada jenjang sekolah dasar. Adams (2010) menambahkan bahwa PhET memberikan konteks belajar yang imersif, di mana siswa dapat mengalami sains seperti ilmuwan melalui eksperimen digital yang realistis dan interaktif.

Selain meningkatkan hasil belajar, PhET juga mendorong pembelajaran kolaboratif dan diskusi reflektif. Dalam konteks SDN Waru Barat 4, siswa menunjukkan interaksi positif antaranggota kelompok, berbagi tugas dalam menjalankan simulasi, serta berdiskusi mengenai hasil yang mereka amati. Hal ini memperkuat hasil Lahlali et al. (2023), yang menyebutkan bahwa kerja kelompok berbasis simulasi interaktif mampu meningkatkan *peer learning* dan tanggung jawab sosial siswa.

5. Relevansi terhadap Pembelajaran IPA di MI/SD

Dalam konteks pendidikan dasar, penggunaan media interaktif seperti PhET sangat relevan karena siswa MI/SD masih berada pada tahap operasional konkret (menurut Piaget). Mereka lebih mudah memahami konsep yang divisualisasikan secara langsung dibandingkan yang bersifat abstrak. Oleh karena itu, PhET

membantu menjembatani antara konsep ilmiah yang abstrak dan pengalaman empiris anak.

Menurut (Banda & Nzabahimana, 2023), PhET efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah siswa sekolah dasar karena mereka dapat melakukan eksplorasi ilmiah secara mandiri dan langsung melihat dampak dari setiap perubahan variabel. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Lahlali et al. (2023) dan Diab et al. (2024), yang menegaskan bahwa penerapan simulasi digital berbasis inkuiri sangat cocok untuk pembelajaran IPA pada tingkat dasar karena dapat menumbuhkan sikap ilmiah, kolaboratif, dan reflektif.

KESIMPULAN

Pemanfaatan media PhET (Physics Education Technology) pada pembelajaran IPA materi *Gaya dan Energi* di kelas V SDN Waru Barat IV menunjukkan efektivitas yang nyata dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar siswa. Setelah penerapan media PhET, minat belajar siswa mengalami peningkatan yang signifikan. Siswa tampak lebih antusias mengikuti pembelajaran, menunjukkan motivasi intrinsik yang lebih kuat, serta memiliki rasa ingin tahu yang tinggi terhadap materi IPA yang dipelajari. Kondisi ini terlihat dari meningkatnya perhatian siswa selama pembelajaran dan ketertarikan mereka untuk mencoba berbagai fitur simulasi yang disediakan.

Selain minat belajar, aktivitas belajar siswa juga mengalami peningkatan yang sangat jelas. Pembelajaran berbasis PhET mendorong siswa untuk lebih aktif berpartisipasi, baik dalam melakukan eksplorasi simulasi, berdiskusi dengan teman, maupun mengemukakan pendapat dan pertanyaan. Siswa tidak hanya bergantung pada penjelasan guru, tetapi mampu belajar secara lebih mandiri dan kolaboratif dalam memahami konsep-konsep sains.

Penerapan PhET juga berdampak positif terhadap pemahaman konseptual siswa. Siswa mampu menjelaskan konsep gaya, massa, dan energi kinetik secara lebih logis serta mengaitkannya dengan fenomena yang mereka jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan simulasi interaktif membantu siswa membangun pemahaman yang lebih bermakna dan meningkatkan literasi sains mereka.

Secara keseluruhan, media PhET menyediakan pengalaman belajar yang visual, manipulatif, dan imersif sehingga sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif siswa sekolah dasar. Pembelajaran IPA menjadi lebih aktif, menyenangkan, dan bermakna, sekaligus menumbuhkan rasa percaya diri, kemandirian belajar, dan motivasi intrinsik siswa dalam mempelajari sains.

REFERENCES

- Adams, W. K. (2010). Student engagement and learning with PhET interactive simulations. *Il Nuovo Cimento C*, 33(3), 21–32.
<https://doi.org/10.1393/ncc/i2010-10623-0>

- Bahtiar, B., Ibrahim, I., & Maimun, M. (2024). The Effect of PhET Simulation-Based Learning on The Ability to Understand Elementary Science Concepts in Work and Energy Material. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*, 5(1), 28–35. <https://doi.org/10.56842/jp-ipa.v5i1.286>
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2023). The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Buar, C. L., & Obiedo, R. V. (2025). Motivating learning in physics: Investigating the effects of 4 modes application technique (4MAT) teaching model integrating PhET simulations on student motivation. *Physics Education*, 60(4), 045005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/adca7d>
- Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming Science Education in Elementary Schools: The Power of PhET Simulations in Enhancing Student Learning. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(11), 105. <https://doi.org/10.3390/mti8110105>
- Dy, A. U., Lagura, J. C., & Baluyos, G. R. (2024). Using PhET Interactive Simulations to Improve the Learners' Performance in Science. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 4(4), 520–530. <https://doi.org/10.35877/454RI.eduline2981>
- Khiari, M., Kharrim, A. E., & Mouradi, A. (2025). Exploring Interactive Simulations For Teaching Physical Science: Effects On Learners' Motivation, Self-Confidence And Conceptual Understanding. In M. Khaldi, M. Kaddouri, & M. Erradi (Eds), *Proceedings of the E-Learning and Smart Engineering Systems (ELSES 2024)* (Vol. 36, pp. 918–931). Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-408-2_66
- Kumullah, R., Putri, D. A. A., & Ardiansyah, A. R. (2023). *PhET INTERACTIVE SIMULATIONS FOR SCIENCE LEARNING IN ELEMENTARY SCHOOL. 1.*
- Lahlali, A., Chafiq, N., Radid, M., Moundy, K., & Srour, C. (2023). The Effect of Integrating Interactive Simulations on the Development of Students' Motivation, Engagement, Interaction and School Results. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 18(12), 193–207. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i12.39755>
- Mallari, R. L. (2020). The Effectiveness of Integrating PhET Interactive Simulation-based Activities in Improving the Student's Academic Performance in Science. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(9), 1150–1153. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.31708>
- Manlapig, E. (2024). Enhancing Student Learning Motivation in Physics Through Interactive Physics Education Technology (PhET) Simulation. *Schrödinger: Journal of Physics Education*, 5(3), 88–97. <https://doi.org/10.37251/sjpe.v5i3.1025>

- Prima, E. C., Putri, A. R., & Rustaman, N. (2018). Learning solar system using PhET simulation to improve students' understanding and motivation. *Journal of Science Learning*, 1(2), 60. <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i2.10239>
- Qian, Y. (2024). *Exploring the impact of teaching based on PhET interactive simulations on student learning motivation: A case study of K12 physics experiment teaching*.
- Rahayu, C. D., & Sartika, S. B. (2020). Students Learning Motivation and Concepts Understanding of Science through the Use of PhET Interactive Simulations. *SEJ (Science Education Journal)*, 4(1), 63–76. <https://doi.org/10.21070/sej.v4i1.750>
- Rayan, B., Daher, W., Diab, H., & Issa, N. (2023). Integrating PhET Simulations into Elementary Science Education: A Qualitative Analysis. *Education Sciences*, 13(9), 884. <https://doi.org/10.3390/educsci13090884>
- Siregar, I. L., Hendrayana, A., & Nulhakim, L. (2025). *The Effect of PBL Integrated with PhET Virtual Laboratory and Self- Efficacy on Students' Science Problem-Solving Skills*.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations That Enhance Learning. *Science*, 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>