



Studi Literatur: Efektivitas Platform Digital Interaktif berbasis PhET dalam materi Bentuk dan Perubahan Energi

Literature Study: The Effectiveness of the PhET-Based Interactive Digital Platform on the Energy Forms and Changes Topic

Anisa Ramadhani¹, Dhea Syah Nazwa Nasution², Hanifah Az-zahra³, Putri delvia⁴, Sania Siregar⁵, Suci Ramadhani⁶, Retno Dwi Suyanti⁷, Sri Masnita Pardosi⁸

Universitas Negeri Medan

Email: anisaramadhandi974@gmail.com¹, nazwadhea98@gmail.com², hanifah090325@gmail.com³, putridelvia121@gmail.com⁴, siregarsania042@gmail.com⁵, suciramadhani092005@gmail.com⁶, retnosuyanti@unimed.ac.id⁷, sripardosi@unimed.ac.id⁸

Article Info

Article history :

Received : 29-11-2025

Revised : 30-11-2025

Accepted : 02-12-2025

Published : 04-12-2025

Abstract

Science learning on the topic of energy forms and changes often poses difficulties for students because the concepts studied are abstract and not supported by adequate visual media. Based on this problem, this study aims to examine the extent to which PhET digital simulations are effective as interactive learning media through a literature review. The research used a qualitative approach with a literature study method on a number of scientific articles discussing the use of PhET in science education. The analysis process was carried out using content analysis techniques to identify findings, methods, and research results related to the effectiveness of this media. The results show that PhET can improve students' mastery of concepts, learning outcomes, and critical thinking skills through concrete, interactive visual presentations that allow for independent exploration. In addition, this media also increases students' motivation, interest in learning, and activity because it provides a learning experience that is close to real experiments. In schools with limited laboratory facilities, PhET can also be an effective alternative to practical work. Therefore, the use of PhET simulations is considered capable of improving the quality of science learning on energy material from both cognitive and affective aspects. The integration of PhET into inquiry-based or exploration-based learning models is recommended to strengthen student engagement in understanding concepts in depth.

Keywords: *Forms and changes of energy, PhET, interactive simulations*

Abstrak

Pembelajaran IPA pada topik bentuk dan perubahan energi kerap menimbulkan kesulitan bagi siswa karena konsep yang dipelajari bersifat abstrak dan tidak didukung media visual yang memadai. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji sejauh mana simulasi digital PhET efektif digunakan sebagai media pembelajaran interaktif melalui kajian literatur. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur terhadap sejumlah artikel ilmiah yang membahas penggunaan PhET dalam pembelajaran IPA. Proses analisis dilakukan dengan teknik analisis isi untuk mengidentifikasi temuan, metode, dan hasil penelitian yang berkaitan dengan efektivitas media tersebut. Hasil telaah menunjukkan bahwa PhET mampu meningkatkan penguasaan konsep, hasil belajar, serta kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui penyajian visual yang konkret, interaktif, dan memungkinkan eksplorasi mandiri. Selain itu, media ini turut meningkatkan motivasi, minat belajar, dan keaktifan siswa karena memberikan pengalaman belajar yang dekat dengan eksperimen nyata. Di sekolah dengan fasilitas laboratorium terbatas, PhET juga dapat menjadi alternatif praktikum yang efektif. Oleh karena itu, penggunaan simulasi PhET dinilai mampu meningkatkan kualitas pembelajaran IPA pada materi



energi dari aspek kognitif maupun afektif. Pengintegrasian PhET ke dalam model pembelajaran berbasis inkuiri atau eksplorasi disarankan untuk memperkuat keterlibatan siswa dalam memahami konsep secara mendalam.

Kata Kunci: Bentuk dan perubahan energi, PhET, simulasi interaktif

PENDAHULUAN

Pendidikan IPA memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan peserta didik untuk memahami fenomena alam melalui pendekatan ilmiah dan pengalaman belajar yang bermakna. Namun, dalam praktik pembelajaran di sekolah, terutama pada materi bentuk dan perubahan energi, masih ditemukan berbagai permasalahan yang berdampak pada rendahnya pemahaman konsep siswa. Materi energi sering dianggap abstrak karena memerlukan kemampuan visualisasi dan pemahaman hubungan antarkonsep yang tidak dapat diamati secara langsung oleh peserta didik. Pembelajaran yang masih berpusat pada guru, minimnya demonstrasi, serta kurangnya penggunaan media interaktif menyebabkan siswa kesulitan membangun pemahaman konsep secara mandiri. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran IPA yang tidak memanfaatkan media visual membuat siswa rentan mengalami miskonsepsi serta memiliki capaian belajar yang rendah pada topik energi (Silitonga dkk., 2023).

Perkembangan teknologi pendidikan membuka peluang besar untuk mengatasi hambatan tersebut melalui penggunaan media pembelajaran berbasis digital. Salah satu media interaktif yang banyak digunakan adalah PhET (Physics Education Technology). PhET merupakan platform simulasi sains yang dikembangkan oleh University of Colorado, berisi ratusan simulasi ilmiah yang dapat diakses secara gratis dan dirancang berdasarkan hasil penelitian pendidikan sains. Simulasi PhET memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi virtual layaknya eksperimen nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih konkret, visual, dan mudah dipahami. Penggunaan PhET juga selaras dengan pendekatan pembelajaran IPA modern yang menekankan inkuiri, eksperimen, dan aktivitas berbasis penemuan untuk mendorong siswa aktif mengonstruksi pengetahuan. Dalam konteks materi energi, simulasi PhET menyediakan visualisasi proses perubahan energi yang sulit diwujudkan dalam pembelajaran konvensional, seperti konversi energi listrik-ke-mekanik, energi potensial, energi kinetik, dan hukum kekekalan energi (Doloksaribu & Triwiyono, 2021).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa PhET memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Silitonga dkk. (2023) menemukan bahwa siswa yang belajar dengan PhET menunjukkan peningkatan nilai posttest yang jauh lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar melalui metode ceramah. Simulasi interaktif memungkinkan siswa melakukan percobaan berulang-ulang tanpa risiko sehingga mereka dapat memahami hubungan sebab-akibat dalam proses perubahan energi. Aktivitas ini mendukung pembelajaran mandiri sekaligus meningkatkan motivasi siswa untuk terlibat dalam proses belajar. Selain itu, visualisasi animasi yang disajikan PhET membantu mengatasi keterbatasan sarana laboratorium yang sering menjadi kendala dalam pembelajaran IPA di banyak sekolah.

Tidak hanya berpengaruh terhadap hasil belajar, penggunaan PhET juga terbukti meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Penelitian Munif (2022) mengungkapkan bahwa penggunaan PhET dalam pembelajaran energi berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis dari kategori rendah menjadi kategori tinggi. Peserta didik didorong



untuk mengamati fenomena, membuat prediksi, mengidentifikasi pola hubungan energi, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil simulasi. Aktivitas ini berkontribusi pada peningkatan literasi sains, yaitu kemampuan memahami, menerapkan, dan mengevaluasi informasi ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, PhET tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai wahana pembelajaran yang memperkuat pendekatan saintifik.

Pada jenjang perguruan tinggi, efektivitas PhET sebagai media pembelajaran juga telah dibuktikan. Amin & Firdaus (2023) melaporkan bahwa penerapan simulasi PhET berbasis pendekatan saintifik dalam materi konversi energi mampu meningkatkan minat belajar mahasiswa secara signifikan. Mahasiswa merasa terbantu karena simulasi memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata, menarik, dan memudahkan pemahaman konsep energi yang kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa PhET fleksibel digunakan pada berbagai jenjang pendidikan dan dapat mendukung pembelajaran berbasis teknologi yang sejalan dengan tuntutan literasi digital di era modern.

Selain itu, pembelajaran berbasis PhET telah terbukti mampu mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium, terutama pada sekolah yang tidak memiliki peralatan praktikum memadai. Simulasi digital memungkinkan seluruh peserta didik memperoleh kesempatan untuk melakukan eksperimen secara mandiri, tanpa terhambat oleh keterbatasan alat, waktu, ataupun risiko keselamatan. Penelitian Heryanti dkk. (2021) menegaskan bahwa PhET mampu meningkatkan pemahaman konsep, partisipasi aktif, serta memberikan lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran IPA berbasis inkuiri. Media ini juga dapat dijadikan alternatif pembelajaran saat pembelajaran jarak jauh ataupun saat kegiatan praktikum tidak memungkinkan dilakukan secara langsung.

Meskipun PhET telah banyak digunakan dan terbukti efektif, kajian literatur yang secara khusus menelaah penggunaannya pada materi bentuk dan perubahan energi masih terbatas. Sebagian besar penelitian bersifat individual dan belum disintesis secara menyeluruh untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas PhET pada topik ini. Oleh karena itu, penelitian ini disusun sebagai studi literatur yang bertujuan menganalisis, membandingkan, dan merangkum berbagai temuan empiris terkait penerapan PhET dalam pembelajaran energi. Kajian ini diharapkan dapat memperkuat landasan teoritis, memberikan rekomendasi praktis bagi guru, serta memperluas pemahaman tentang potensi platform digital interaktif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di era digital.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur untuk menganalisis efektivitas pemanfaatan simulasi digital PhET dalam pembelajaran IPA. Metode ini dipilih karena penelitian tidak melakukan eksperimen langsung, melainkan memanfaatkan data sekunder dari publikasi ilmiah yang telah terverifikasi. Studi literatur digunakan untuk mengkaji hasil penelitian sebelumnya secara sistematis agar diperoleh gambaran menyeluruh mengenai manfaat, kelebihan, serta efektivitas simulasi PhET dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, khususnya pada materi energi dan perubahannya dan Metode ini dipilih karena penelitian tidak melakukan pengumpulan data lapangan, melainkan menganalisis hasil penelitian terdahulu untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai peran PhET dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. (Verdian dkk, 2021).



Sumber data penelitian berasal dari jurnal ilmiah yang membahas pemanfaatan PhET dalam pembelajaran IPA dan fisika, khususnya dalam studi literatur ini. Jurnal ini dijadikan rujukan utama karena relevan dengan fokus penelitian dan memuat pembahasan empiris terkait efektivitas PhET.

Pengumpulan data dilakukan melalui teknik dokumentasi pustaka dengan membaca, mencatat, dan mengidentifikasi informasi penting dari jurnal, seperti tujuan, metode, dan hasil penelitian. Data yang terkumpul kemudian diklasifikasikan berdasarkan tema penelitian. (Verdian dkk, 2021). Analisis data dilakukan menggunakan analisis isi (content analysis) dengan membandingkan dan mensintesis hasil penelitian dari berbagai sumber untuk memperoleh kesimpulan umum tentang efektivitas PhET dalam pembelajaran IPA. (Amin dkk, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Melalui proses telaah literatur yang sistematis, diperoleh sejumlah penelitian yang relevan dengan penerapan platform digital interaktif berbasis PhET Simulation pada materi bentuk dan perubahan energi. Setiap sumber dianalisis untuk menelusuri temuan inti, pendekatan metodologis, serta kontribusinya terhadap peningkatan pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik.

Rincian literatur yang menjadi dasar penyusunan hasil penelitian disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Rincian Literatur

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Temuan
1	Abdul Munif (2022)	Penggunaan Media PhET untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa pada Materi Energi dan Perubahannya	Penggunaan media simulasi PhET memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa meningkat dari 42% menjadi 74%, sementara literasi sains naik dari 30% menjadi 70% setelah penerapan PhET. Media ini membantu siswa memahami konsep energi secara lebih konkret, mendorong analisis, dan mengurangi miskonsepsi. Selain itu, dukungan pojok baca turut meningkatkan budaya literasi, terlihat dari meningkatnya aktivitas membaca siswa. Secara keseluruhan, PhET menjadikan pembelajaran lebih interaktif, menarik, dan efektif dalam membangun keterampilan berpikir tingkat tinggi.
2	Verdian, F., Jadid, M.A., & Rahmani (2021)	Studi Penggunaan Simulasi PhET Pembelajaran Fisika	PhET efektif membantu pembelajaran fisika karena mampu memvisualisasikan konsep abstrak secara jelas dan interaktif. Penggunaannya terbukti meningkatkan hasil belajar, minat, kemandirian, keterampilan proses sains, dan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama saat dipadukan dengan model pembelajaran berbasis inkuiri atau STEM. Kekurangannya hanya pada kebutuhan perangkat digital dan kemampuan guru dalam mengoperasikannya. Namun secara umum,



			PhET sangat mendukung pembelajaran yang aktif dan mudah dipahami.
3	Silitonga, T, U, W., Maria, H, T., & Karolina, V. (2023)	Pengaruh PhET Simulation terhadap Hasil Belajar IPA Peserta Didik pada Materi Bentuk dan Perubahan Energi	Penggunaan media PhET terbukti meningkatkan hasil belajar IPA secara signifikan. Nilai posttest kelas eksperimen mencapai 81,5, jauh lebih tinggi dibanding kelas kontrol 39,5. PhET membantu siswa memahami konsep bentuk dan perubahan energi melalui simulasi interaktif, sehingga siswa menjadi lebih aktif, termotivasi, dan mudah memahami konsep yang sebelumnya abstrak. Secara keseluruhan, PhET lebih efektif dibanding metode ceramah karena mampu meningkatkan pemahaman, keaktifan, serta hasil belajar siswa.
4	Doloksaribu, F. & Triwiyono (2021)	Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa Melalui Model Pembelajaran IPA Berbasis Physics Education Technology-Problem Solving	Penelitian menunjukkan bahwa model PhET-PS sangat layak digunakan (validitas 85,75%), serta lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional. Kelas eksperimen mengalami peningkatan pemahaman konsep lebih tinggi (N-gain kategori tinggi 30% dan sedang 70%) dibanding kelas kontrol. Uji statistik menunjukkan perbedaan signifikan ($\text{sig} < 0,05$). Siswa memberikan respon sangat positif, karena model ini membantu memahami konsep dan meningkatkan motivasi belajar.
5	Amin, A., & M. Firdaus, L. (2023)	Penerapan Simulasi PhET Konversi Energi Berbasis Saintifik untuk Mengukur Minat Belajar Mahasiswa Pendidikan Fisika	Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET berbasis pendekatan saintifik pada materi Konversi Energi meningkatkan minat belajar mahasiswa secara signifikan. Hasil angket minat belajar menunjukkan persentase 73,17%, yang termasuk kategori tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa PhET membantu mahasiswa lebih tertarik, aktif, dan termotivasi dalam mengikuti pembelajaran Mekanika. Simulasi PhET terbukti mempermudah pemahaman konsep abstrak serta menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik.



6	Muawanah, N. (2024)	Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Virtual Lab Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Perubahan Energi	Hasil temuan dari jurnal tersebut menunjukkan bahwa model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terintegrasi Virtual Lab PhET berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi perubahan energi. Data analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol, dengan nilai t-hitung sebesar 4,251 dan probabilitas 0,000 ($p < 0,05$), sehingga hipotesis diterima dan dapat disimpulkan bahwa model PBL terintegrasi Virtual Lab efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.
7	Widyalistyorini, D., Siyam, I. N., Yanti, W. F., Setiawati, I., Julianto, & Rahmawati, E. (2024).	Overcoming Misconceptions of Elementary School Students in Energy Materials and Their Changes Using the Colorado PhET Application	Temuan dari jurnal menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET Colorado secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa SD tentang energi dan perubahannya, serta mengurangi miskonsepsi yang umum. Selain itu, simulasi ini meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan minat belajar siswa dalam sains. Hasil ini mendukung bahwa teknologi interaktif seperti PhET efektif dalam membantu siswa memahami konsep abstrak dan mengatasi kesalahpahaman melalui visualisasi dan eksperimen virtual
8	Astalini., Darmaji, Riantoni, C., & Nova Susanti. (2019).	Studi penggunaan PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran fisika	Temuan dari jurnal menunjukkan bahwa simulasi PhET efektif sebagai pendukung dan pengganti laboratorium nyata dalam pembelajaran fisika. PhET membantu peserta didik memahami konsep baru, membangun keterampilan, memperkuat ide, serta memvisualisasikan fenomena abstrak secara interaktif dan menarik. Simulasi ini juga meningkatkan penguasaan konsep, hasil belajar, dan kemampuan pemecahan masalah, karena dapat menjelaskan konsep kompleks dengan efisien dan waktu yang lebih singkat. Selain itu, PhET dapat dikolaborasikan dengan eksperimen nyata untuk hasil belajar yang lebih optimal.



9	Pratiwi, A. S., & Wiguna, F. A. (2022).	Analisis Efektivitas LKPD Berbasis Phet Simulation Terhadap Pemahaman Siswa SMP Materi Bentuk dan Perubahan Energi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis Phet Simulation efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa SMP tentang bentuk dan perubahan energi. Data menunjukkan peningkatan nilai dari pretest rata-rata 62,3 menjadi posttest 80, dengan kategori pemahaman yang lebih baik setelah penggunaan media ini. Phet Simulation membantu memahami materi abstrak, menggantikan laboratorium nyata, dan meningkatkan keaktifan siswa dalam belajar. Kesimpulannya, penggunaan LKPD berbasis Phet Simulation terbukti cukup efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa.
10	Fauziyah, Z., Azzahra, S. F., Azka, H., Arum Putri, A., Arya, N. W., & Rif'iyati, D. (2025)	Pemanfaatan Inovasi Digital Phet Sebagai Media Belajar Interaktif Siswa Pada Pembelajaran Ipa Di Sd/Mi	Penelitian menunjukkan bahwa simulasi PhET efektif meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan keaktifan siswa dalam pembelajaran IPA di SD/MI. Media ini memudahkan visualisasi konsep abstrak, mendukung pembelajaran interaktif dan inovatif, serta membantu mengatasi keterbatasan praktikum langsung. Namun, tantangan seperti fasilitas teknologi dan literasi digital guru perlu diatasi melalui pelatihan dan infrastruktur yang memadai. Secara keseluruhan, PhET berperan penting dalam transformasi pembelajaran digital yang menyenangkan, kolaboratif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Pembahasan

Hasil telaah terhadap sepuluh penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PhET Interactive Simulations memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, khususnya pada materi energi dan perubahannya. Secara umum, seluruh literatur sepakat bahwa PhET mampu memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih konkret, sehingga mempermudah proses konstruksi pengetahuan peserta didik.

1. Peningkatan Pemahaman Konsep dan Hasil Belajar

Mayoritas penelitian menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET memberi dampak signifikan terhadap pemahaman konsep peserta didik. Silitonga et al. (2023) menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan PhET memiliki rerata nilai posttest sebesar 81,5, jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan nilai 39,5. Temuan ini mengindikasikan bahwa simulasi interaktif mampu mengurangi abstraksi konsep energi melalui visualisasi yang jelas dan manipulatif.

Hasil serupa juga ditunjukkan oleh Pratiwi dan Wiguna (2022), di mana penggunaan LKPD berbasis PhET meningkatkan nilai rata-rata dari 62,3 menjadi 80 pada tes pemahaman konsep. Sementara itu, penelitian Astalini et al. (2019) menegaskan bahwa PhET dapat berfungsi sebagai media pendukung bahkan pengganti laboratorium nyata pada kondisi



tertentu, karena mampu menggambarkan fenomena fisika kompleks secara efisien dan tepat waktu.

2. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains

Sejumlah penelitian menyatakan bahwa PhET tidak hanya berfungsi meningkatkan pengetahuan konseptual, tetapi juga mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi. Munif (2022) mencatat adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dari 42% menjadi 74%, serta peningkatan literasi sains dari 30% menjadi 70% setelah integrasi PhET dalam pembelajaran energi dan perubahannya.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis juga ditunjukkan oleh penelitian Muawanah (2024), di mana model Problem Based Learning yang terintegrasi dengan Virtual Lab PhET menghasilkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol ($t = 4,251$; $p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi memperkuat tahapan analisis, argumentasi, dan penyelesaian masalah dalam proses pembelajaran.

3. Peningkatan Motivasi, Minat Belajar, dan Keaktifan Peserta Didik

Platform PhET juga memiliki dampak positif terhadap aspek afektif dalam pembelajaran. Hasil penelitian Amin dan Firdaus (2023) menunjukkan bahwa penggunaan PhET berbasis pendekatan saintifik meningkatkan minat belajar mahasiswa hingga 73,17%, termasuk kategori tinggi. Pengalaman belajar yang interaktif dan memberikan kesempatan eksplorasi mandiri membuat peserta didik lebih aktif dan terlibat secara langsung dalam pembelajaran.

Widyalistyorini et al. (2024) juga menegaskan bahwa PhET mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa SD dalam mempelajari materi energi. Melalui simulasi yang bersifat menarik dan mudah digunakan, siswa dapat mengamati perubahan energi secara langsung, sehingga meminimalkan kebosanan dan meningkatkan partisipasi aktif dalam kegiatan belajar.

4. Pengurangan Miskonsepsi dan Penguatan Pemahaman Konseptual

Pemanfaatan PhET juga efektif dalam mengatasi miskonsepsi yang umum terjadi pada materi energi. Visualisasi perubahan energi dalam bentuk gerak, panas, maupun listrik melalui animasi interaktif membantu siswa memahami hubungan antarvariabel secara lebih jelas dan ilmiah. Penelitian Widyalistyorini et al. (2024) menunjukkan bahwa PhET secara signifikan mengurangi kesalahpahaman siswa dalam mengidentifikasi bentuk-bentuk energi dan perubahannya.

Model pembelajaran berbasis problem solving dan inkuiri yang terintegrasi PhET sebagaimana diteliti oleh Doloksaribu dan Triwiyono (2021) juga menunjukkan efektivitas tinggi dalam membangun pemahaman konseptual, terbukti dari nilai validitas model (85,75%) dan peningkatan N-gain kategori sedang hingga tinggi.

5. Tantangan Implementasi dan Kebutuhan Pendukung

Meskipun efektivitas PhET telah terbukti secara luas, beberapa penelitian mengidentifikasi tantangan implementasi, seperti kebutuhan perangkat digital, akses internet, serta kemampuan guru dalam mengoperasikan teknologi. Verdian et al. (2021) menekankan



bahwa keberhasilan pembelajaran berbasis PhET sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur sekolah dan literasi digital guru.

Fauziyah et al. (2025) menambahkan bahwa transformasi pembelajaran digital perlu didukung oleh kebijakan sekolah, pelatihan guru, dan penyediaan fasilitas memadai agar PhET dapat diterapkan secara optimal dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil telaah terhadap sepuluh penelitian yang dikaji, dapat disimpulkan bahwa penggunaan PhET Interactive Simulations memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan kualitas pembelajaran IPA, khususnya pada materi bentuk dan perubahan energi. PhET terbukti mampu mengatasi berbagai kendala pembelajaran konvensional yang sering membuat siswa kesulitan memahami konsep energi yang bersifat abstrak. Melalui visualisasi yang menarik, interaktif, dan mudah dimanipulasi, simulasi ini membantu siswa melihat keterkaitan antarvariabel, memahami proses perubahan energi, serta melakukan percobaan virtual layaknya praktikum nyata. Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa PhET secara konsisten meningkatkan pemahaman konsep siswa, terlihat dari peningkatan nilai posttest dan penguasaan materi dibandingkan pembelajaran tanpa media ini. Selain itu, kemampuan berpikir kritis dan literasi sains siswa juga meningkat karena PhET menuntut siswa untuk menganalisis data, membuat prediksi, mengevaluasi hasil, dan menarik kesimpulan dari fenomena yang disimulasikan. Tidak hanya pada ranah kognitif, PhET juga memberikan dampak positif pada aspek afektif berupa peningkatan motivasi, minat belajar, dan keaktifan siswa selama proses pembelajaran. Siswa menjadi lebih antusias mengikuti pelajaran karena mereka dapat bereksperimen secara langsung tanpa batasan alat atau risiko keselamatan. Bahkan pada sekolah atau lembaga pendidikan yang memiliki keterbatasan sarana laboratorium, PhET hadir sebagai solusi efektif yang mampu menggantikan atau melengkapi eksperimen nyata. Namun demikian, keberhasilan implementasi PhET tetap dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung, seperti ketersediaan perangkat teknologi, kestabilan akses internet, dan kemampuan guru dalam mengintegrasikan media digital ke dalam proses pembelajaran. Secara keseluruhan, hasil telaah menunjukkan bahwa PhET merupakan media pembelajaran digital yang sangat relevan, efektif, dan adaptif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di era teknologi.

Agar penggunaan PhET dapat memberikan hasil optimal, guru disarankan untuk mengintegrasikan simulasi ini ke dalam model pembelajaran berbasis eksplorasi atau inkuiri sehingga siswa dapat aktif dalam menemukan konsep. Sekolah perlu menyediakan fasilitas teknologi yang memadai dan memberi dukungan berupa pelatihan kepada guru agar mereka lebih siap menggunakan media digital dalam pembelajaran. Siswa pun diharapkan memanfaatkan PhET sebagai bahan belajar tambahan untuk memperdalam pemahaman konsep melalui eksplorasi mandiri. Sementara itu, peneliti selanjutnya dapat mengembangkan kajian yang lebih luas mengenai integrasi PhET dengan berbagai model pembelajaran serta meneliti dampaknya terhadap aspek-aspek lain, seperti kreativitas, pemecahan masalah, atau retensi jangka panjang. Dengan dukungan semua pihak, penggunaan PhET dapat menjadi sarana yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA secara berkelanjutan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Amin, A., & Firdaus, M. L. (2023). Penerapan simulasi PhET konversi energi berbasis saintifik untuk mengukur minat belajar mahasiswa pendidikan fisika. *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 6(2), 63–68.
- Astalini., Darmaji., Riantoni, C., & Susanti, N. (2019). Studi penggunaan PhET interactive simulations dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71-75. <https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v6i2.14202>
- Doloksaribu, F., & Triwiyono. (2021). Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa Melalui Model Pembelajaran IPA Berbasis Physics Education Technology-Problem Solving. *EDUSAINS*, 13(1), 46–56.
- Fauziyah, Z., Azzahra, S, F., Azka, H., Arum Putri, A., Arya, N, W., & Rif'iyati, D. (2025). Pemanfaatan simulasi digital PhET dalam pembelajaran IPA di SD/MI: Meningkatkan pemahaman, partisipasi, dan keterampilan ilmiah. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 10(2), 123-135.
- Muawanah, N. (2024). Pengaruh Model Problem-Based Learning Terintegrasi Virtual Lab PhET terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 10(2), 123-135.
- Munif, A. (2022). Penggunaan media PhET untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi sains siswa pada materi energi dan perubahannya. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(2), 17–24.
- Pratiwi, A. S., & Wiguna, F. A. (2022). Analisis efektivitas LKPD berbasis Phet simulation terhadap pemahaman siswa SMP materi bentuk dan perubahan energi. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 5(2).
- Silitonga, T. U. W., Maria S, H. T., & Karolina, V. (2023). Pengaruh Physics Education Technology (PhET) simulation terhadap hasil belajar IPA peserta didik pada materi bentuk dan perubahan energi. *Journal on Education*, 6(1), 9583–9592.
- Verdian, F., Jadid, M. A., & Rahmani, M. N. (2021). Studi penggunaan media simulasi PhET dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF)*, 1(2), 39–44.
- Widyalistyorini, D., Siyam, I. N., Yanti, W. F., Setiawati, I., Julianto, & Rahmawati, E. (2024). Overcoming misconceptions of elementary school students in energy materials and their changes using the Colorado PhET application. *Teknodika*, 22(2), 121–128. <https://doi.org/10.20961/teknodika.v22i2.88443>