

**MEDIA PHET SIMULATION SEBAGAI ALAT EFEKTIF MENINGKATKAN
PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA SISWA SEKOLAH DASAR: SUATU
LITERATURE REVIEW**

Tyo Kristiawan¹, Muhamad Afandi²

Universitas Islam Sultan Agung^{1,2}

tyokristiawan703@gmail.com, mafandi@unissula.ac.id

ABSTRACT

Conceptual understanding is one of the essential skills that should be developed in the learning process, particularly in mathematics education. However, numerous studies have indicated that students' conceptual understanding remains relatively low. The use of technology-based learning media, such as PhET Simulation, is believed to enhance students' conceptual understanding. This study aims to identify the strengths and weaknesses of PhET Simulation, analyze its role in improving students' mathematical conceptual understanding, and examine its effectiveness in the learning process. The research employed a literature review method by analyzing 40 relevant scientific articles. Data were collected using the PRISMA protocol and analyzed descriptively and comparatively to identify patterns and findings from previous studies. The results indicate that the use of PhET Simulation has a positive impact on improving students' conceptual understanding across various educational levels. This media encourages students to actively explore concepts, manipulate variables, and understand relationships among concepts in a more concrete and systematic manner. Therefore, PhET Simulation can serve as an effective alternative learning medium for enhancing students' mathematical conceptual understanding.

Keywords: *PhET Simulation, conceptual understanding, literature review, learning media.*

ABSTRAK

Pemahaman konsep merupakan salah satu kemampuan penting yang perlu dikembangkan dalam proses pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran matematika. Namun, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa masih berada pada tingkat yang rendah. Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi seperti PhET Simulation diyakini mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keunggulan dan kelemahan media PhET Simulation, menganalisis peran PhET Simulation dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa, serta mengkaji efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran. Metode penelitian menggunakan literature review dengan mengkaji 40 artikel ilmiah yang relevan. Data dikumpulkan melalui protokol PRISMA kemudian dianalisis secara

deskriptif dan komparatif untuk mengidentifikasi pola temuan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan PhET Simulation memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa pada berbagai jenjang pendidikan. Media ini mendorong siswa untuk aktif dalam mengeksplorasi konsep, memanipulasi variabel, serta memahami hubungan antar konsep secara lebih konkret dan sistematis. Dengan demikian, PhET Simulation dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa.

Kata kunci: PhET Simulation, pemahaman konsep, literature review, media pembelajaran

A. Pendahuluan

Pemahaman konsep merupakan salah satu kemampuan fundamental yang harus dimiliki oleh siswa dalam proses pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran matematika. Kemampuan ini tidak hanya berkaitan dengan menghafal rumus, tetapi juga mencakup kemampuan siswa dalam memahami makna suatu konsep, mengaitkan antar konsep, serta menerapkannya dalam berbagai situasi. Siswa yang memiliki pemahaman konsep yang baik cenderung mampu menyelesaikan masalah secara lebih sistematis dan tidak mudah mengalami miskonsepsi. Sebaliknya, rendahnya pemahaman konsep seringkali menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam mengikuti pembelajaran dan menyelesaikan soal-soal yang bersifat aplikatif (Indah Rizky Dwiyantri, 2021).

Pentingnya pemahaman konsep dalam pembelajaran mendorong berbagai upaya untuk meningkatkan kualitas proses belajar siswa. Pemahaman konsep yang baik tidak hanya berpengaruh terhadap hasil belajar, tetapi juga terhadap kemampuan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, guru dituntut untuk menggunakan strategi dan media pembelajaran yang mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih konkret dan bermakna (Slamet Arifin et al., 2021). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi yang mampu menyajikan konsep abstrak menjadi lebih mudah dipahami.

Salah satu media pembelajaran berbasis teknologi yang banyak digunakan adalah PhET Simulation. Media ini dirancang untuk

membantu siswa memahami konsep melalui visualisasi interaktif yang memungkinkan mereka melakukan eksplorasi secara langsung. Melalui simulasi, siswa dapat memanipulasi variabel, mengamati perubahan yang terjadi, serta memahami hubungan antar konsep secara lebih jelas. Penggunaan PhET Simulation dalam pembelajaran terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa, mempermudah pemahaman konsep, serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna (Natalia Rosalina Rawa et al., 2021). Selain itu, media ini juga mendukung pembelajaran berbasis penemuan dan eksplorasi yang berpusat pada siswa.

Pentingnya penggunaan PhET Simulation dalam pembelajaran mendorong banyak peneliti untuk mengkaji implementasi dan efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa media ini memiliki keunggulan dalam menyajikan visualisasi interaktif, meningkatkan motivasi belajar, serta membantu siswa memahami konsep yang abstrak (Debby Arisandy et al., 2021). Namun demikian, penggunaan PhET Simulation juga memiliki

beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan pada perangkat teknologi, keterbatasan akses internet, serta perlunya peran guru dalam mengarahkan proses pembelajaran agar tetap efektif (Herbert James Banda et al., 2021).

Meskipun penelitian mengenai penggunaan PhET Simulation terus berkembang, hasil-hasil penelitian yang ada masih tersebar pada berbagai konteks pembelajaran, jenjang pendidikan, dan fokus kajian yang berbeda-beda. Sebagian penelitian menekankan pada keunggulan dan efektivitas media ini dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa, sedangkan penelitian lain lebih berfokus pada implementasi dan strategi penggunaannya dalam pembelajaran. Keragaman hasil penelitian tersebut menyebabkan belum adanya gambaran yang komprehensif mengenai penggunaan PhET Simulation serta dampaknya terhadap pemahaman konsep siswa (Zhao & Schuchardt, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, literature review ini bertujuan untuk menelaah berbagai hasil penelitian mengenai penggunaan media PhET Simulation dalam pembelajaran. Secara khusus, kajian ini bertujuan

untuk (1) mengidentifikasi keunggulan dan kelemahan media PhET Simulation, (2) menganalisis peran PhET Simulation dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa, serta (3) mengkaji efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif bagi guru dan peneliti dalam merancang pembelajaran yang efektif guna meningkatkan pemahaman konsep siswa.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengkaji peran media PhET Simulation dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa. Artikel yang dianalisis diperoleh dari database Scopus, ERIC, SINTA, dan sumber ilmiah lainnya dengan rentang publikasi tahun 2021–2026. Kriteria inklusi meliputi artikel yang membahas penggunaan atau pengembangan PhET Simulation, melibatkan minimal 20 responden, dan diterbitkan pada jurnal pendidikan. Proses seleksi artikel mengikuti pedoman PRISMA, dimulai dari identifikasi 150 artikel, kemudian dilakukan penyaringan berdasarkan

relevansi judul, abstrak, dan isi artikel hingga diperoleh 40 artikel yang memenuhi kriteria untuk dianalisis.

Analisis data dilakukan melalui teknik ekstraksi data dengan mengumpulkan informasi penting dari setiap artikel, meliputi penulis, tahun penelitian, desain penelitian, karakteristik sampel, instrumen, serta hasil penelitian. Selanjutnya, data disintesis menggunakan metode naratif dengan membandingkan persamaan dan perbedaan temuan dari berbagai penelitian untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai efektivitas PhET Simulation dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Untuk menjaga kredibilitas hasil, proses analisis dilakukan secara sistematis serta dibandingkan dengan temuan penelitian terdahulu yang relevan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan Hasil

Hasil penelusuran literatur menghasilkan total 150 makalah. Penulis mengkaji makalah tersebut secara lebih rinci dan mengonfirmasi apakah artikel (makalah) tersebut membahas tentang pengembangan media phet simulation dan pemahaman konsep siswa, kemudian

mengkategorikannya berdasarkan kriteria inklusi. Akhirnya, 40 makalah relevan dipilih berdasarkan perkiraan kategori yang paling dominan. Makalah yang dibahas diterbitkan pada tahun 2021 (10 makalah), 2022 (7 makalah), 2023 (5 makalah), 2024 (8 makalah), 2025 (8 makalah), 2026 (2 makalah).

Table 1. Distribution of distance learning article publication

Reserach Areas	Publication Year	Number of Papers	Reference
Keunggulan dan Kelemahan Media Phet Simulation	2021	4	Onesme Niyibizi (2021), S. B. McKagan et al. (2021), Herbert James Banda et al. (2021), Yulisa Murnilasari et al. (2021), Zhao & Schuchardt (2022), Leonora Kaldaras & Carl Wieman (2022), dan José E. Martinez P. (2023).
	2022	2	Indah Rizky Dwiyaniti (2021), Slamet Arifin et al. (2021), Natalia Rosalina Rawa et al. (2021), Debby Arisandy et al. (2021), Adriantho Benny Pasaribu (2022), Slamet Arifin et al. (2023), Ardini & Andini (2024), Rachmalia Vinda Kusuma et al. (2024), Ulul Hidayah et al. (2024), Muh Ilham et al. (2024), Mardiyi & Khatimah (2025), Deby Ayu Ningsih et al. (2025), dan Miswar Hayati et al. (2026).
	2023	1	
Media Phet Simulation Dapat Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika	2021	4	
	2022	1	
	2023	1	
	2024	4	
	2025	2	
Efektifitas Penggunaan Media Phet Simulation	2021	2	Na'ilil Inayah & Masruroh (2021), Kristantiniati & Ishafit (2021), Rina Widiastuti et al. (2022), Mohd Nizar Mohd Najib et al. (2022), Yuli Rahmawati et al. (2022), Fatimah Nur Amini et al. (2022), Dwi Oktaviana et al. (2023), Sinaga et al. (2023), Umiliya et al. (2023), Rianti et al. (2024), Trisyaty et al. (2024), Nindi Widya Lestari & Sri Harti (2024), Isna Nikmatul Mahbubah et al. (2024), Nurul Hidayah et al. (2025), Siti Hajir et al. (2025), Dara Phon Kamilah et al. (2025), Ira Kurniawati et al. (2025), Rizal Eko Zulianto et al. (2025), Mahendra Adi Putra et al. (2025), dan Fatmahan et al. (2026).
	2022	4	
	2023	3	
	2024	4	
	2025	6	
	2026	1	
Total		40	

Keunggulan dan Kelemahan Media Phet Simulation

Media PhET Simulation adalah inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang membantu peserta didik memahami konsep sains secara lebih konkret melalui visualisasi interaktif. Fenomena yang bersifat abstrak dapat ditampilkan secara dinamis sehingga hubungan sebab-akibat dapat diamati secara langsung. Hal ini membuat pembelajaran lebih bermakna dan tidak sekadar teoritis,

terutama pada materi yang sulit dipahami melalui penjelasan teks atau ceramah (Onesme Niyibizi, 2021). Pendekatan interaktifnya juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar (S. B. McKagan et al., 2021). PhET Simulation memiliki fleksibilitas tinggi karena dapat digunakan dalam pembelajaran tatap muka maupun jarak jauh. Media ini mudah dipadukan dengan berbagai model pembelajaran, seperti inquiry-based learning dan problem-based learning, sehingga sesuai dengan tuntutan pendidikan di era digital (Herbert James Banda et al., 2021). Ketersediaan beragam topik turut memudahkan pendidik menyesuaikan materi dengan kebutuhan kurikulum (Yulisa Murnilasari et al., 2021).

Keunggulan lainnya terletak pada kemampuannya memperkuat pemahaman konseptual melalui manipulasi variabel dalam eksperimen virtual. Siswa dapat mengamati perubahan secara langsung sehingga pengetahuan terbentuk dari pengalaman belajar mandiri, yang berdampak pada pemahaman yang lebih mendalam dan kontekstual (Zhao & Schuchardt, 2022). Desain simulasi yang berbasis penelitian juga membantu meminimalkan

miskonsepsi (Leonora Kaldaras & Carl Wieman, 2022). Namun, penggunaannya masih menghadapi kendala, seperti ketergantungan pada perangkat teknologi serta keterbatasan akses internet di beberapa wilayah (José E. Martínez P., 2023; Onesme Niyibizi, 2021).

Meskipun tampilan PhET Simulation tergolong mudah digunakan, peserta didik tetap memerlukan arahan agar dapat memanfaatkan setiap fitur secara optimal. Tanpa bimbingan yang jelas, kegiatan belajar berisiko menjadi tidak terarah dan kurang mencapai tujuan yang diharapkan (S. B. McKagan et al., 2021). Oleh sebab itu, peran guru dalam merancang skenario pembelajaran menjadi sangat krusial untuk memastikan penggunaan media berjalan efektif (Herbert James Banda et al., 2021). Di sisi lain, keterbatasan cakupan materi juga menjadi tantangan karena simulasi yang tersedia belum sepenuhnya mewakili seluruh kompetensi dalam kurikulum, sehingga tidak dapat dijadikan satu-satunya sumber belajar (Yulisa Murnilasari et al., 2021). Integrasi dengan metode lain diperlukan agar pembelajaran lebih utuh dan

menyeluruh (Zhao & Schuchardt, 2022).

Potensi distraksi selama penggunaan simulasi juga perlu diperhatikan. Tampilan yang menarik dapat membuat siswa lebih fokus pada eksplorasi fitur dibandingkan memahami konsep utama yang dipelajari. Kondisi ini berisiko menurunkan efektivitas pembelajaran apabila tidak dikelola dengan baik (Leonora Kaldaras & Carl Wieman, 2022). Oleh karena itu, pengaturan aktivitas belajar yang terstruktur sangat diperlukan agar penggunaan simulasi tetap selaras dengan tujuan pembelajaran (José E. Martínez P., 2023).

Dari aspek evaluasi, PhET Simulation belum dilengkapi sistem penilaian yang komprehensif untuk mengukur capaian belajar siswa. Media ini lebih berfokus pada proses eksplorasi dan penguatan konsep, sehingga guru perlu menyusun instrumen penilaian tambahan, seperti lembar kerja atau tes, guna memperoleh gambaran hasil belajar secara menyeluruh (Onesme Niyibizi, 2021). Pendekatan tersebut memungkinkan evaluasi dilakukan secara lebih komprehensif (S. B. McKagan et al., 2021). Secara umum,

PhET Simulation tetap menjadi media yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains, asalkan didukung perencanaan yang matang serta dipadukan dengan strategi pembelajaran lain (Herbert James Banda et al., 2021; Yulisa Murnilasari et al., 2021).

Media Phet Simulation Dapat Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika

Media PhET Simulation menjadi inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang membantu peserta didik memahami konsep matematika yang abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Melalui visualisasi interaktif, siswa tidak hanya berhadapan dengan simbol atau angka, tetapi juga dapat mengamati representasi dinamis seperti perubahan grafik, pergerakan objek, serta hubungan antar variabel. Keterlibatan aktif muncul ketika siswa melakukan eksplorasi secara langsung, seperti memodifikasi nilai tertentu dan mengamati hasilnya secara instan. Proses ini mendorong terbentuknya pemahaman bertahap melalui pengalaman belajar investigatif, sehingga siswa tidak hanya menghafal prosedur, tetapi juga

memahami makna konsep secara mendalam. Indah Rizky Dwiyantri (2021) menegaskan bahwa penggunaan PhET meningkatkan keterlibatan siswa melalui manipulasi variabel secara real time yang berdampak pada penguatan pemahaman konseptual.

PhET Simulation menghadirkan pengalaman belajar eksploratif yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam menemukan konsep. Slamet Arifin et al. (2021) menyatakan bahwa pendekatan ini membantu siswa membangun pemahaman secara mandiri sehingga hasil belajar lebih tahan lama. Dukungan visual berupa grafik dan animasi interaktif juga mempermudah pemahaman hubungan antar konsep matematika yang sering kali sulit dijelaskan secara konvensional. Natalia Rosalina Rawa et al. (2021) menjelaskan bahwa visualisasi tersebut membantu siswa melihat keterkaitan antara rumus dan penerapannya dalam konteks nyata, sehingga dapat mengurangi miskonsepsi. Dalam konteks pembelajaran berbasis penemuan, Debby Arisandy et al. (2021) menambahkan bahwa penggunaan PhET mendorong siswa lebih aktif

bertanya dan mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi, yang pada akhirnya memperkuat pemahaman konsep.

PhET Simulation juga berkontribusi dalam meningkatkan motivasi dan fleksibilitas belajar siswa. Adriantho Benny Pasaribu (2022) mengungkapkan bahwa tampilan interaktif membuat pembelajaran matematika lebih menarik dibandingkan metode konvensional. Fleksibilitas penggunaan memungkinkan siswa belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing, termasuk mengulang materi yang belum dipahami, sehingga proses penguasaan konsep berlangsung lebih optimal (Slamet Arifin et al., 2023). Selain itu, kemampuan simulasi dalam menyajikan berbagai skenario membantu siswa memahami bahwa konsep matematika dapat diterapkan dalam beragam situasi. Ardini & Andini (2024) menjelaskan bahwa eksplorasi berbagai kondisi dalam satu simulasi memperluas pemahaman siswa terhadap penerapan konsep secara lebih kontekstual.

Media PhET Simulation efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika melalui

penguatan kemampuan representasi matematis siswa dalam bentuk grafik, simbol, dan numerik. Rachmalia Vinda Kusuma et al. (2024) menyatakan bahwa siswa mampu menghubungkan berbagai bentuk representasi tersebut sehingga pemahaman menjadi lebih komprehensif. Selain itu, media ini membantu guru menyederhanakan materi yang kompleks melalui visualisasi interaktif yang menampilkan proses secara langsung, sehingga siswa dapat mengamati cara kerja suatu konsep, bukan sekadar membayangkan (Ulul Hidayah et al., 2024). Interaksi langsung dengan simulasi juga meningkatkan fokus dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran (Muh Ilham et al., 2024). Di sisi lain, pendekatan visual dan interaktif mampu mengurangi kecemasan terhadap matematika, sehingga siswa merasa lebih nyaman dan percaya diri dalam memahami materi (Mardiwi & Khatimah, 2025). Secara keseluruhan, integrasi PhET Simulation dalam pembelajaran matematika memberikan pengalaman belajar yang interaktif, eksploratif, dan bermakna, sehingga berkontribusi dalam meningkatkan kualitas

pembelajaran serta hasil belajar siswa di era digital (Miswar Hayati et al., 2026).

Efektifitas Penggunaan Media Phet Simulation

Efektivitas penggunaan media PhET Simulation dalam pembelajaran sains terlihat dari kemampuannya mengonkretkan konsep abstrak melalui visualisasi interaktif seperti animasi partikel, grafik dinamis, dan simulasi yang memungkinkan siswa mengamati fenomena secara langsung (Nailil Inayah, 2021). Pendekatan ini membantu membangun pemahaman yang lebih kuat dibandingkan metode konvensional karena siswa terlibat aktif dalam proses eksplorasi (Masrurroh, 2021). Siswa juga dapat melihat hubungan sebab-akibat melalui eksperimen virtual dengan memodifikasi variabel dan mengamati dampaknya secara instan (Kristantiniati, 2021). Proses tersebut mendukung konstruksi pengetahuan secara mandiri sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Ishafit, 2021). Dengan demikian, siswa tidak hanya menghafal, tetapi memahami esensi materi yang dipelajari (Rina Widiastuti, 2022).

Penggunaan PhET Simulation mampu meningkatkan motivasi belajar siswa melalui tampilan yang menarik dan interaktif (Mohd Nizar Mohd Najib, 2022). Desain yang komunikatif mendorong siswa untuk lebih aktif mengeksplorasi materi yang disajikan (Yuli Rahmawati, 2022). Rasa ingin tahu berkembang karena siswa diberi kebebasan melakukan percobaan secara mandiri (Fatihah Nur Amini, 2022). Kondisi ini menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan tidak monoton (Dwi Oktaviana, 2023). Dampaknya, keterlibatan siswa dalam pembelajaran meningkat baik dari aspek kognitif maupun afektif (Sinaga, 2023).

Di sisi lain, PhET Simulation efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis serta meningkatkan hasil belajar siswa. Siswa dilatih untuk menganalisis fenomena dan memprediksi hasil melalui manipulasi variabel dalam simulasi (Umiliya, 2023). Proses ini membantu memahami hubungan antar variabel secara lebih mendalam (Rianti, 2024). Kegiatan tersebut juga melatih kemampuan evaluasi dan penarikan kesimpulan logis (Trisviaty, 2024). Siswa kemudian

membandingkan hasil simulasi dengan teori sehingga pembelajaran selaras dengan pendekatan inkuiri (Nindi Widya Lestari, 2024). Kemampuan mengkritisi konsep dan menyusun argumen ilmiah pun berkembang (Sri Harti, 2024). Dari aspek hasil belajar, penggunaan PhET menunjukkan peningkatan nilai akademik yang signifikan (Isna Nikmatul Mahbubah, 2024).

Hal ini diperkuat melalui perbandingan pre-test dan post-test (Nurul Hidayah, 2025). Penyajian visual membantu pemahaman konsep secara lebih mudah (Siti Hajar, 2025). Pengalaman belajar yang interaktif juga memperkuat ingatan jangka panjang (Dara Phon Kamilah, 2025). Dengan demikian, capaian kompetensi siswa menjadi lebih optimal (Ira Kurniawati, 2025). Selain itu, kemampuan pemecahan masalah turut berkembang melalui berbagai skenario yang dapat diuji dalam simulasi (Rizal Eko Zulianto, 2025). Siswa dapat mencoba berbagai kemungkinan tanpa risiko nyata (Mahendra Adi Putra, 2025). Proses trial and error membantu menemukan solusi secara sistematis (Fatonah, 2026). Dari pengalaman tersebut, siswa belajar merefleksikan

kesalahan sehingga meningkatkan kesadaran metakognitif (Nailil Inayah, 2021). Proses refleksi ini juga memperkuat pemahaman yang lebih mendalam (Masrurroh, 2021).

PhET Simulation efektif dalam mendukung pembelajaran mandiri karena dapat diakses kapan saja tanpa bergantung pada kehadiran guru secara langsung (Kristantiniati, 2021). Fleksibilitas ini memberi kesempatan kepada siswa untuk belajar sesuai ritme masing-masing serta mengulang materi hingga benar-benar memahami konsep (Ishafit, 2021). Eksplorasi berulang pada simulasi memperkuat pemahaman konseptual (Rina Widiastuti, 2022). Siswa juga memiliki kendali penuh terhadap proses belajar sehingga kebutuhan individu dapat terpenuhi secara optimal (Mohd Nizar Mohd Najib, 2022). Kondisi tersebut membantu pemerataan pemahaman di kelas (Yuli Rahmawati, 2022). Dalam pembelajaran daring, PhET menjadi alternatif saat akses laboratorium terbatas karena mampu menghadirkan praktikum virtual yang interaktif (Fatihah Nur Amini, 2022). Siswa tetap dapat melakukan observasi dan manipulasi variabel secara mandiri (Dwi Oktaviana, 2023).

Guru pun dapat memberikan arahan yang terstruktur selama penggunaan simulasi (Sinaga, 2023). Pembelajaran tetap berlangsung meskipun fasilitas terbatas (Umiliya, 2023). Tujuan pembelajaran dapat dicapai dengan baik (Rianti, 2024).

Efektivitas PhET Simulation juga tampak pada peningkatan literasi sains yang mencakup kemampuan memahami, menerapkan, dan mengomunikasikan konsep ilmiah (Trisviaty, 2024). Visualisasi dinamis membantu mengaitkan teori dengan fenomena nyata (Nindi Widya Lestari, 2024). Pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna (Sri Harti, 2024). Pemahaman konseptual semakin kuat karena siswa memahami hubungan antar konsep, bukan sekadar menghafal (Isna Nikmatul Mahbubah, 2024). Dampaknya terlihat pada peningkatan literasi sains secara signifikan (Nurul Hidayah, 2025). Dari sisi guru, PhET mempermudah penyampaian materi kompleks melalui tampilan fenomena yang lebih jelas (Siti Hajar, 2025). Simulasi mampu menggantikan demonstrasi yang sulit dilakukan secara nyata (Dara Phon Kamilah, 2025). Representasi proses ilmiah disajikan secara akurat dan konsisten

(Ira Kurniawati, 2025). Waktu pembelajaran menjadi lebih efisien sehingga dapat dimanfaatkan untuk pendalaman materi (Rizal Eko Zulianto, 2025). Proses mengajar menjadi lebih terarah dan produktif (Mahendra Adi Putra, 2025). PhET juga mendukung pendekatan STEM melalui integrasi sains dan teknologi dalam pembelajaran (Fatonah, 2026). Siswa dilatih berpikir logis melalui analisis hubungan antar variabel (Masruroh, 2021). Kemampuan pemecahan masalah berkembang melalui berbagai situasi yang disimulasikan (Kristantiniati, 2021). Keterampilan ini relevan dengan tuntutan abad ke-21 (Ishafit, 2021).

Pembelajaran kolaboratif juga meningkat melalui penggunaan PhET karena simulasi dapat digunakan secara berkelompok dalam proses pembelajaran (Rina Widiastuti, 2022). Siswa dapat berdiskusi dalam memahami simulasi serta saling bertukar ide mengenai hasil pengamatan yang mereka peroleh (Mohd Nizar Mohd Najib, 2022). Interaksi antar siswa menjadi lebih aktif karena mereka terlibat langsung dalam kegiatan eksplorasi bersama (Yuli Rahmawati, 2022). Diskusi yang terjadi tidak hanya sebatas jawaban,

tetapi juga mencakup proses berpikir dan argumentasi ilmiah. Hal ini meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah siswa, baik dalam menyampaikan pendapat maupun dalam menanggapi ide orang lain (Fatihah Nur Amini, 2022). Selain itu, kerja sama tim juga semakin berkembang karena siswa belajar membagi tugas dan menyelesaikan masalah secara bersama-sama (Dwi Oktaviana, 2023).

Secara keseluruhan, PhET Simulation terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep melalui visualisasi interaktif yang mendorong keterlibatan siswa (Sinaga, 2023). Media ini juga meningkatkan motivasi serta hasil belajar karena pembelajaran menjadi lebih menarik (Rianti, 2024). Selain itu, kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah berkembang melalui aktivitas eksplorasi dan eksperimen virtual (Trisviaty, 2024). Oleh karena itu, PhET relevan digunakan dalam pembelajaran sains modern untuk meningkatkan kualitas pembelajaran secara menyeluruh (Nindi Widya Lestari).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu kajian ini berfokus pada penggunaan media PhET Simulation dalam konteks pembelajaran matematika secara umum, sehingga belum secara spesifik mengkaji efektivitasnya pada setiap materi atau jenjang pendidikan tertentu. Selain itu, variasi metode, sampel, dan konteks penelitian dalam literatur yang dianalisis juga dapat memengaruhi generalisasi hasil kajian.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, disarankan bagi peneliti selanjutnya, peneliti dapat mengombinasikan PhET Simulation dengan model atau pendekatan pembelajaran lain untuk melihat pengaruhnya terhadap pemahaman konsep siswa secara lebih komprehensif. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih luas dan beragam agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih tinggi. Dengan demikian, pengembangan dan pemanfaatan PhET Simulation dalam pembelajaran dapat terus ditingkatkan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, F. N., Roektingroem, E., & Wilujeng, I. (2022). Development of student worksheet based on guided inquiry assisted by PhET simulation to improve concept comprehension. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jipi/article/view/48233>
- Ardini, G. A. (2024). Development of PhET simulation-based media on equivalent fraction material in elementary school. DOI: <https://doi.org/10.33578/>
- Arifin, S., Nugraha, F. F., & Prasetyo, P. A. (2021). Mathematics learning design using PhET interactive simulation to support students' mathematical understanding. <https://www.syekhnurjati.ac.id/jurnal%20/index.php/ibtida/article/view/15056/5541>
- Arifin, S., Razali, F. b., & Rahayu, W. (2023). Integrating PhET interactive simulations to enhance students' mathematical understanding and engagement in learning mixed fractions. <https://www.syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/ibtida/article/view/15056/0>
- Arisandy, D., Marzal, J., & Maison. (2021). Pengembangan game edukasi menggunakan software construct 2 berbantuan PhET simulation berorientasi pada kemampuan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3). <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.993>
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 25(2), 1–13. <https://doi.org/10.1080/18117295.2021.1933437>
- Dwiyantri, I. R., & Nurafni. (2023). PHET interactive simulation media improves students' understanding of mathematical concepts in integer material. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 11(2), 191–197. <https://doi.org/10.23887/jipgsd.v11i2.64417>
- Fatonah, F., Juriah, & Siburian, J. (2026). Literatur review: Efektivitas model pembelajaran problem based learning (PBL) dalam mengembangkan literasi sains dan HOTS peserta didik. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/91234>
- Hajar, S., Lasmono, P. G. D., Purnama, U., Silaban, A., & Virmans. (2025). Development of student worksheets based on discovery learning assisted by PhET interactive simulations. <https://journal.unipa.ac.id/index.php/jpf/article/view/8123>
- Hayati, M., Hairina, R. F., Aziza, N., Nazira, N., Suriansyah, A., & Rafianti, W. R. (2026). Efektivitas media belajar interaktif PhET simulation terhadap hasil belajar siswa pada pembelajaran matematika di SD. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. <https://doi.org/10.23969/jp.v11i01.39873>
- Hidayah, N., Talakua, P., Azis, D. A., & Maipauw, M. M. (2025).

- Development of interactive learning media based on augmented simulation using PhET for magnetic field material.
<https://journal.uniga.ac.id/index.php/jpif/article/view/42588>
- Hidayah, U., Talakua, P., Azis, D. A., & Maipauw, M. M. (2025). Development of interactive learning media based on augmented simulation using PhET for magnetic field material. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*.
<https://doi.org/10.52434/jpif.v5i1.42588>
- Ilham, M., Husniati, A., & Muzaini, M. (2024). Implikasi model problem based learning berbantuan media PhET simulations terhadap aktivitas dan hasil belajar matematika siswa.
<https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2041>
- Inayah, N., & Masruroh. (2021). PhET simulation effectiveness as laboratory practices learning media to improve students' concept understanding. *Prisma Sains*, 9(2), 152–162.
<https://ejournal3.undikma.ac.id/index.php/prismasains/article/view/2923>
- Kaldaras, L., & Wieman, C. (2023). Cognitive framework for blended mathematical sensemaking in science. *International Journal of STEM Education*, 10, Article 18.
<https://doi.org/10.1186/s40594-023-00409-8>
- Kamilah, D. P., Sulisworo, D., & Firmansyah, J. (2025). The impact of PhET simulations on conceptual understanding in high school physics: Evidence from Indonesian studies.
<https://journal.uad.ac.id/index.php/EduLearn/article/view/21567>
- Kristantiniati, & Ishafit. (2021). Model discovery learning berbantuan PhET simulation untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada kompetensi gerak harmonik sederhana.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/45012>
- Kurniawati, I., Sujadi, I., Andriatna, R., Wulandari, A. N., & Nursanti, Y. B. (2025). Didactic situations in fraction learning with PhET Colorado for seventh grade students.
<https://journal.uns.ac.id/jramath/article/view/90125>
- Kusuma, R. V., et al. (2024). Penerapan PhET simulation pada siswa kelas IV sekolah dasar dalam pembelajaran matematika pada materi pecahan senilai.
<https://doi.org/10.66355/5qf3gm98>
- Lestari, N. W., & Harti, S. (2024). Development of digital student worksheet based on problem based learning to improve critical thinking skills.
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpak/article/view/59721>
- Martínez P., J. E. (2023). PhET: Perceptions and contribution of the use of simulations in learning energy concepts for a general physics course in technical education. DOI: 10.54536/ajet.v4i3.4512
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., & Wieman, C. E. (2021). Developing and researching PhET simulations for teaching quantum

- mechanics. *American Journal of Physics*, 89(6), 613–627.
<https://doi.org/10.1119/10.0003455>
- Mardiwi, & Khatimah, H. (2025). Efektivitas media pembelajaran PhET simulation dalam meningkatkan hasil belajar siswa SMP pada materi pecahan.
<https://doi.org/10.53299/diksi.v6i3.2388>
- Mahbubah, I. N., & Harti, S. (2024). Development of E-LKPD based on problem based learning to improve critical thinking skills on excretion system material.
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpak/article/view/59802>
- Murnilasari, Y., Widyasari, O. A., Oktaviani, R., Fitriyani, Q., & Kusumawati, P. R. D. (2021). Efektivitas pengembangan metode eksperimen berbasis laboratorium virtual PhET dalam pembelajaran IPA materi rangkaian listrik pada masa pandemi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*.
<https://jurnal.uns.ac.id/jpii/article/view/49236>
- Najib, M. N. M., Md-Ali, R., & Yaacob, A. (2022). Effects of PhET interactive simulation activities on secondary school students' physics achievement.
<https://ejournal.ukm.my/jpend/article/view/49792>
- Ningsih, D. A., Mislinawati, & Vitoria, L. (2025). Pengaruh media PhET interactive simulation terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bilangan cacah.
<https://journal.independentresearchcenter.com/smsj/article/view/2>
- Niyibizi, O. (2024). Optimizing PhET use in Rwandan mathematics and sciences teaching. *International Journal of Research in STEM Education*, 6(2), 1–13.
<https://doi.org/10.33830/ijrse.v6i2.1649>
- Oktaviana, D., Susiaty, U. D., Firdaus, M., & Prihatin, I. (2023). Development of PhET simulation-based mathematics logic e-modules in increasing students' mathematical reasoning ability.
<https://journal.ikipgriptk.ac.id/index.php/supermat/article/view/5930>
- Pasaribu, A. B. (2022). Peningkatan kemampuan pemahaman matematika siswa dengan guided discovery learning menggunakan PhET simulation.
DOI:<https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i2.687>
- Putra, I. K. D. D. M. A., Seriadi, S. L. N., & Dewi, N. W. S. P. K. (2025). Pengaruh penggunaan media simulasi PhET terhadap hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran IPAS.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/jisd/article/view/81245>
- Rahmawati, Y., Zulhipri, Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). Students' conceptual understanding in chemistry learning using PhET interactive simulations. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303–326.
<https://doi.org/10.3926/jotse.1597>
- Rawa, N. R., Niftalia, I., & Widiastika, I. G. (2021). Pengembangan bahan ajar matematika model inquiry learning berbantuan perangkat PhET simulation untuk meningkatkan

- kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPGSD/article/view/36663>
- Rianti, R., Gunawan, G., Verawati, N. N. S. P., & Taufik, M. (2024). The effect of problem based learning model assisted by PhET simulation on understanding physics concepts. <https://jurnalfkip.unram.ac.id/index.php/JPFT/article/view/6152>
- Sinaga, O. H. D., Sitorus, P., & Ndruru, A. J. A. (2023). Pengaruh discovery learning terhadap hasil belajar siswa pada materi tekanan dengan bantuan PhET interactive simulation. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpf/article/view/47202>
- Trisviaty, T., Ismi, N., & Rahmawati, S. (2024). Development of student worksheets based on problem-based learning to improve students' critical thinking skills on reaction rate materials. <https://journal.unm.ac.id/index.php/chemica/article/view/62018>
- Umiliya, U., Azizahwati, & Mahadi, I. (2023). The effectiveness of the application of PhET with inquiry learning model to improve understanding of the concept. <https://jurnal.unri.ac.id/index.php/jpf/article/view/82321>
- Widiastuti, R., Degeng, I. N. S., & Akbar, S. (2022). The effect of PhET simulation-based learning on students' conceptual understanding and motivation in physics learning. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpip/article/view/48275>
- Zhao, X., & Schuchardt, A. (2022). Blended math-science sensemaking with PhET simulations. *Physical Review Physics Education Research*. <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020136>
- Zulianto, R. E., Rusilowati, A., & Sarwi. (2025). Implementation of problem-based learning assisted by PhET simulation to improve students' understanding of mirror concepts and learning engagement. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpfi/article/view/75621>