

**PEMANFAATAN INOVASI DIGITAL PHET SEBAGAI MEDIA BELAJAR
INTERAKTIF SISWA PADA PEMBELAJARAN IPA DI SD/MI**

Zakiatul Fauziyah¹, Syafira Fatimah Azzahra², Himatul Azka³, Arum Amalia Putri⁴,
Nala Wafrotul Arya⁵, Dian Rif'iyati⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

zakiazafa345@gmail.com¹, syafira.fatimah.azzahra@mhs.uingusdur.ac.id²,
himatul.azka@mhs.uingusdur.ac.id³, arum.amalia.putri23084@mhs.uingusdur.ac.id⁴,
nala.wafrotul.arya@uingusdur.ac.id⁵, dian.rifiyati@uingusdur.ac.id⁶

Abstract: *Advancements in Information and Communication Technology (ICT) have opened up numerous opportunities to transform learning methods in Madrasah Ibtidaiyah (MI) and elementary schools (SD). One of the digital innovations that can be utilized in the learning process is interactive simulations developed by PhET (Physics Education Technology). The aim of this article is to examine the use of PhET as an interactive learning tool in Natural Science (IPA) subjects at SD/MI by employing a literature review approach from various relevant sources. The results indicate that PhET can present abstract concepts in science in a clear and engaging manner, thereby encouraging students to be more actively involved in learning, enhancing their conceptual understanding, and facilitating virtual experiment-based learning. Furthermore, the use of PhET supports the implementation of ICT-based learning that is responsive to the needs of 21st-century learners. Therefore, integrating PhET into science learning in SD/MI is a crucial strategy to create a more innovative, effective, and enjoyable learning environment.*

Keywords: *Digital Innovation, PhET, Interactive Learning Tools, Science*

Abstrak: Kemajuan dalam teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membuka banyak peluang untuk mengubah cara belajar di Madrasah Ibtidaiyah (MI) dan Sekolah Dasar (SD). Salah satu inovasi digital yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran adalah simulasi interaktif yang dikembangkan oleh PhET (Physics Education Technology). Tujuan artikel ini adalah untuk meneliti pemanfaatan PhET sebagai alat belajar interaktif dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di SD/MI dengan menggunakan pendekatan studi literatur dari berbagai sumber yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PhET dapat menghadirkan konsep-konsep abstrak dalam IPA dengan cara yang jelas dan menarik, sehingga dapat mendorong siswa untuk lebih aktif terlibat dalam belajar, meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep, serta memfasilitasi pembelajaran berbasis eksperimen secara virtual. Lebih jauh lagi, penggunaan PhET mendukung penerapan pembelajaran berbasis TIK yang responsif terhadap kebutuhan peserta didik abad 21. Oleh karena itu, mengintegrasikan PhET dalam pembelajaran IPA di SD/MI merupakan strategi penting untuk menciptakan suasana belajar yang lebih inovatif, efektif, dan menyenangkan.

Kata Kunci: *Inovasi Digital, PhET, Alat Belajar Interaktif, Pembelajaran IPA, SD/MI.*

PENDAHULUAN

Dalam era digital yang berkembang pesat ini, teknologi telah mengubah sebagian besar aspek kehidupan manusia, termasuk di bidang pendidikan. Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi telah membantu mengubah proses pembelajaran. Penggunaan sumber belajar digital seperti e-book, simulasi virtual dan aplikasi pendidikan telah menjadi hal yang umum, membantu meningkatkan pemahaman dan partisipasi siswa (Siringoringo, 2024).

Menurut Rosenberg (2001), seiring dengan meningkatnya pemanfaatan TIK, terdapat lima perubahan dalam proses belajar yang harus diperhatikan. Pertama, bergesernya fokus dari pelatihan menuju pertunjukan; kedua, pergeseran dari ruang kelas ke lokasi dan waktu yang fleksibel; ketiga, berpindah dari media cetak ke platform daring; keempat, peralihan dari infrastruktur jaringan kerja; dan terakhir, pergeseran dari waktu siklus ke waktu yang actual. Rosenberg menambahkan bahwa pendidikan melalui komunikasi dilakukan dengan memanfaatkan beragam alat komunikasi seperti telepon, komputer, internet, email, dan lain-lain. Pertukaran informasi antara pengajar dengan siswa berlangsung tidak hanya secara langsung, tetapi juga melalui penggunaan berbagai alat tersebut. Agar proses belajar yang berkualitas dan bermanfaat dapat tercipta bagi siswa di tingkat sekolah dasar, pengajar harus memahami cara menerapkan serta memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi secara optimal dalam persiapan dan juga dalam jalannya proses pembelajaran (Rusydi, 2017).

Dalam era yang semakin saling terkait dan kemajuan teknologi yang cepat, Media Pembelajaran Interaktif di Sekolah Dasar menjadi sangat krusial. Media interaktif ini membuka peluang untuk perubahan mendasar dalam sistem pendidikan, khususnya pada tingkat Sekolah Dasar. Fungsi dari media ini tidak hanya sebagai alat pengajaran, namun juga berperan sebagai penggerak yang menghadirkan pengalaman belajar yang menarik, sesuai dengan konteks, serta mampu beradaptasi dengan kebutuhan dan kemajuan siswa di zaman sekarang (Utomo, 2023).

Dengan menggunakan pendekatan yang melibatkan interaksi, media pendidikan memberikan peluang bagi siswa untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran, serta mendorong mereka untuk beradaptasi dengan materi pelajaran secara lebih mendalam. Siswa berfungsi sebagai aktor dalam proses belajar mereka sendiri, alih-alih sekadar menjadi penerima pasif dari informasi. Keterlibatan dalam pembelajaran secara interaktif menumbuhkan ruang bagi partisipasi emosional, kognitif, dan fisik, yang selanjutnya mendorong motivasi belajar yang lebih besar dan meningkatkan rasa ingin tahu. Oleh karena

itu, penerapan teknologi informasi dan komunikasi serta media pendidikan interaktif di tingkat sekolah dasar sangat krusial untuk membangun lingkungan belajar yang efektif dan dinamis (Cahya, 2023).

Physics Education Technology (PhET) merupakan simulasi yang dirancang oleh Universitas Colorado, yang menawarkan simulasi untuk pendidikan fisika, biologi, dan kimia yang bermanfaat bagi pembelajaran di kelas maupun untuk studi individu. Salah satu keunggulan simulasi PhET adalah penekanan pada keterkaitan antara kejadian nyata dan dasar ilmiahnya, mendukung interaksi yang konstruktif, memberikan umpan balik yang berguna, serta menciptakan lingkungan kerja yang inovatif. Media Simulasi PhET berfungsi sebagai sarana pembelajaran yang memuat berbagai materi simulasi pembelajaran IPA yang bermanfaat untuk pengajaran di ruang kelas atau digunakan untuk keperluan belajar secara mandiri. Simulasi yang ditawarkan oleh PhET sangat menarik dan mendorong siswa untuk belajar melalui eksplorasi langsung (Wahyuningsih, 2024).

Dalam ranah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), banyak siswa menghadapi beberapa kendala. Beberapa dari masalah tersebut termasuk ketidakmampuan siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir (minder dalam berpikir), kecenderungan untuk bersikap pasif, kesulitan dalam bekerja sama dan lebih memilih berfungsi secara individual, serta kurangnya motivasi dalam pembelajaran di kelas. Kelemahan ini pada siswa di sekolah diduga berasal dari kebiasaan guru yang cenderung menerapkan pendekatan yang berfokus pada guru, di mana pembelajaran berpusat di sekitar pengajar sehingga potensi dan kemampuan berpikir siswa tidak berkembang secara optimal, mengingat peran siswa hanya sebagai pendengar pasif saat proses berlangsung. Kurangnya inovasi dalam metode pembelajaran dan minimnya pemahaman siswa disebabkan oleh kurangnya latihan dalam keterampilan berpikir yang mendalam serta belum adanya perhatian pada hubungan antara konsep yang diajarkan dengan lingkungan sekitar (Prasetyo, 2021). Saat ini, untuk mendukung praktikum, penggunaan laboratorium tidak hanya terbatas pada alat-alat nyata sesuai dengan buku panduan. Penggunaan laboratorium virtual memberikan kesempatan untuk melakukan praktikum tanpa perlu menggunakan laboratorium fisik. Salah satu contoh laboratorium virtual yang dapat dimanfaatkan adalah PhET (*Physics Education Technology*) (Muhajarah, 2020).

PhET merupakan situs yang menyediakan simulasi pendidikan gratis yang dikembangkan oleh Universitas Colorado. Media simulasi PhET mencakup materi pembelajaran dalam bidang Fisika, Kimia, dan Biologi. Simulasi ini dirancang secara interaktif untuk mendukung pembelajaran baik di dalam kelas maupun secara mandiri,

sehingga setiap pengguna dapat melakukan belajar secara langsung (Verdian F. J., 2021). Artikel ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan PhET sebagai alat pembelajaran interaktif dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat SD/MI.

METODE

Penelitian ini berfokus pada penggunaan media PhET dalam pembelajaran IPA pada sekolah dasar. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan kajian pustaka (library research). Kajian pustaka yaitu jenis penelitian pendidikan yang dilakukan dan difokuskan pada penelaahan, pengkajian dan pembahasan literature-literatur yang ada kaitannya dengan judul tulisan ini. Kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan model analisis data Miles dan Huberman yaitu melalui tahap pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, hingga menarik kesimpulan (Sugiyono, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan terhadap artikel ilmiah yang relevan dengan topik pemanfaatan simulasi PhET sebagai media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran IPA di tingkat SD/MI. Artikel yang terpilih dianalisis untuk mengungkap bagaimana penggunaan PhET dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman konsep siswa dalam ranah sains. Hasil analisis yang telah diseleksi oleh peneliti sebanyak lima artikel yang sesuai dengan kata kunci pencarian simulasi PhET. Adapun gambaran umum penelitian dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel 1. Gambaran Umum Penelitian Dengan Simulasi PhET

Nama Penulis, Tahun	Judul	Metode Penelitian
Munif, A (2022)	Penggunaan Media phet Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa Pada Materi Energi dan Perubahannya.	Penelitian yang digunakan penelitian kualitatif dengan kesimpulan menggunakan media simulasi PhET memiliki dampak positif dalam meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa yang ditandai dengan peningkatan pemahaman dalam menganalisa.

Mawarti, D (2023)	Analisis Penggunaan Virtual Lab Pada Pembelajaran IPA SD	Hasil penelitian dengan metode penelitian kualitatif menunjukkan bahwa penerapan virtual lab dapat mengurangi kesalahan dan kecelakaan kerja saat praktikum, selain itu virtual lab juga dapat menjadi solusi bagi sekolah yang memiliki permasalahan dengan fasilitas laboratorium, namun virtual lab tidak bisa diterapkan secara penuh menggantikan reality lab, hal ini dikarenakan tingkat pengalaman dan keterampilan praktikan dengan virtual lab tidak sebaik dengan reality lab. Praktikan tidak secara langsung berinteraksi dengan alat dan bahan, sehingga virtual lab lebih efektif jika diterapkan sebagai praktikum pendahuluan untuk menunjang pemahaman praktikan dalam melakukan praktikum.
Ariyanto, R (2022)	Pengaruh Penggunaan Virtual Laboratory PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa SD Pada Pokok Bahasan Rangkaian Listrik.	Penelitian yang digunakan penelitian Quasi Eksperimen yang mengacu pada pengaruh penggunaan media PhET terhadap hasil belajar IPA dengan kesimpulan penggunaan media PhET bisa membantu pelajar dalam mengerti konsep dan menambah keaktifan belajar.
Ramadhani, R. et. al. (2023)	Pengaruh Penggunaan Media PhET Simulation Dalam Pembelajaran IPA Terhadap Hasil Belajar	Penelitian ini menggunakan desain <i>Pre-Experimental Design model One Group Pretest-Posttest Design</i> . Kesimpulannya media PhET

	Siswa.	mampu meningkatkan hasil belajar siswa.
Murnilasari et al., (2021)	Efektivitas Pengembangan Metode Eksperimen berbasis Laboratorium Virtual PhET dalam Pembelajaran IPA Materi Rangkaian Listrik pada Masa Pandemi	Penelitian yang digunakan penelitian studi kepustakaan yang mengacu pada Efektivitas Pengembangan metode eksperimen berbasis PhET dengan kesimpulan bahwa PhET merupakan media yang tepat untuk pembelajaran IPA SD.

Hasil temuan menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET (Physics Education Technology) dalam pembelajaran IPA di SD/MI memberikan dampak positif secara signifikan, baik dalam peningkatan hasil belajar maupun dalam pengembangan kemampuan berpikir siswa. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme Vygotsky, yang menyatakan bahwa pembelajaran terjadi ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan mereka sendiri melalui interaksi sosial dan lingkungan belajar yang mendukung. Simulasi PhET memfasilitasi proses ini melalui visualisasi interaktif dan eksplorasi konsep yang mendalam.

Penelitian Munif (2022) menegaskan bahwa media PhET efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dalam konteks ini, Bloom's Revised Taxonomy juga relevan, di mana penggunaan simulasi memungkinkan siswa tidak hanya memahami (understanding) dan menerapkan (applying), tetapi juga menganalisis (analyzing) dan mengevaluasi (evaluating) konsep-konsep ilmiah. PhET memberi ruang untuk berlatih berpikir tingkat tinggi melalui eksperimen virtual.

Sementara itu, Mawarti (2023) memberikan pandangan realistis tentang keterbatasan virtual lab. Meski efektif untuk pra-praktikum dan penguatan konsep, PhET tetap tidak dapat sepenuhnya menggantikan pengalaman fisik di laboratorium. Hal ini menegaskan teori experiential learning oleh Kolb, yang menyatakan bahwa pengalaman konkret penting dalam membentuk pemahaman siswa. Oleh karena itu, media virtual seperti PhET sebaiknya menjadi pelengkap, bukan pengganti utama.

Penelitian lain oleh Ariyanto (2022) dan Ramadhani et al. (2023) menegaskan bahwa simulasi ini meningkatkan hasil belajar dan keaktifan siswa. Temuan ini sejalan dengan teori motivasi belajar menurut Keller (ARCS Model: Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction). PhET berhasil menarik perhatian siswa (attention), menampilkan materi yang relevan (relevance), membangun kepercayaan diri melalui eksplorasi mandiri

(confidence), serta memberikan kepuasan belajar saat memahami konsep sulit dengan lebih mudah (satisfaction).

Sementara itu, penelitian Murnilasari et al. (2021) yang dilakukan di masa pandemi menegaskan pentingnya PhET sebagai solusi pembelajaran eksperimen saat akses ke laboratorium fisik dibatasi. Dalam konteks model pembelajaran blended learning, media seperti PhET menjadi elemen penting dalam menggabungkan pembelajaran daring dan luring secara seimbang.

Keseluruhan hasil ini menguatkan bahwa penggunaan media digital seperti PhET merupakan bagian integral dari transformasi pembelajaran berbasis TIK. Menurut Davis (1989) dalam Technology Acceptance Model (TAM), adopsi teknologi dalam pembelajaran sangat bergantung pada persepsi kemudahan penggunaan (perceived ease of use) dan manfaatnya (perceived usefulness). PhET memenuhi kedua kriteria tersebut karena mudah diakses, gratis, dan memiliki antarmuka yang intuitif, bahkan oleh siswa sekolah dasar.

Dengan demikian, penerapan media PhET dalam pembelajaran IPA tidak hanya memperbaiki pemahaman siswa terhadap konsep abstrak, tetapi juga mendukung pembelajaran aktif, konstruktif, dan menyenangkan. PhET dapat berfungsi sebagai jembatan antara kebutuhan pedagogis dan perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan dasar saat ini.

Transformasi Pembelajaran IPA di SD/MI melalui Teknologi Digital

Transformasi pembelajaran IPA di jenjang Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI) merupakan suatu hal yang tak terhindarkan di era digital yang terus berkembang. Ilmu Pengetahuan Alam sebagai mata pelajaran yang erat kaitannya dengan proses observasi, eksperimen, dan analisis fenomena alam, sangat memerlukan pendekatan yang kontekstual dan interaktif. Teknologi digital hadir sebagai solusi untuk menjembatani kebutuhan tersebut dengan menyediakan berbagai media pembelajaran yang adaptif dan menarik bagi siswa sekolah dasar.

Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi digital yang dalam pembelajaran IPA adalah penggunaan media simulasi interaktif seperti PhET Interactive Simulations, video eksperimen, dan laboratorium virtual. Media-media ini mampu memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam IPA, seperti gaya, gerak, energi, dan perubahan materi, yang sebelumnya sulit dijelaskan hanya dengan pendekatan konvensional berbasis teks atau ceramah (Ningsih, 2021).

Keunggulan penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran IPA juga terletak pada kemampuannya dalam mendorong keterlibatan aktif siswa. Dengan adanya perangkat digital, siswa dapat bereksplorasi secara mandiri melalui modul pembelajaran daring, kuis

interaktif, hingga Eksperimen virtual. Hal ini selaras dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pembelajaran efektif berlangsung ketika siswa secara aktif menciptakan pengetahuannya melalui pengalaman langsung dan partisipasi pribadi.

Selain itu, transformasi digital dalam pembelajaran IPA juga mendorong guru untuk mengembangkan kompetensi pedagogik dan teknologinya. Para Guru dituntut untuk tidak hanya menguasai konten mata pelajaran, tetapi juga mampu merancang dan mengelola proses belajar dengan menggunakan teknologi secara kreatif dan inovatif. Transformasi ini memberikan ruang bagi guru untuk menjadi fasilitator pembelajaran, bukan sekadar penyampai informasi (Wahyuni, 2022).

Lebih lanjut, penerapan teknologi digital memungkinkan pembelajaran IPA bersifat fleksibel, lintas ruang, dan waktu. Melalui Learning Management System (LMS) seperti Google Classroom, Edmodo, atau platform e-learning berbasis lokal, siswa dapat mengakses materi dan mengerjakan tugas kapan saja, bahkan di luar jam sekolah. Fleksibilitas ini sangat membantu terutama dalam situasi darurat seperti pandemi, atau ketika akses terhadap fasilitas laboratorium sekolah masih terbatas (Kurniawan A. &, 2021).

Namun, implementasi teknologi digital dalam pembelajaran IPA juga memiliki tantangan tersendiri. Salah satunya adalah adanya kesenjangan dalam infrastruktur dan kemampuan literasi digital, baik di kalangan guru maupun siswa. Tidak semua sekolah dasar memiliki perangkat teknologi yang memadai atau koneksi internet yang stabil. Oleh karena itu, diperlukan dukungan kebijakan dari pemerintah serta pelatihan yang berkelanjutan bagi guru untuk menjamin keberhasilan transformasi ini (Sari, 2020).

Penting untuk menyesuaikan konten digital dengan karakteristik perkembangan kognitif siswa SD/MI. Teknologi digital yang digunakan harus mampu menyederhanakan materi tanpa menghilangkan esensi ilmiahnya. Konten visual, animasi, permainan edukatif, serta bahasa yang ramah anak merupakan elemen penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan menyenangkan (Hidayati, 2020).

Transformasi digital dalam pembelajaran IPA di SD/MI juga menciptakan peluang untuk menerapkan penilaian berbasis teknologi, seperti e-portfolio, uji formatif daring, dan umpan balik otomatis. Penilaian digital ini mendukung guru dalam memonitor kemajuan belajar siswa secara real-time serta memberikan respons yang cepat dan tepat terhadap kebutuhan masing-masing siswa (Putri, 2021).

Simulasi PhET sebagai Media Pembelajaran Interaktif

Pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan telah mengalami perkembangan yang pesat seiring dengan adanya transformasi digital yang menjangkau hampir seluruh aspek kehidupan. Salah satu bentuk inovasi dalam pembelajaran yang banyak digunakan pada

jenjang pendidikan dasar hingga perguruan tinggi adalah simulasi interaktif berbasis web, seperti PhET Interactive Simulations. Simulasi ini dikembangkan oleh University of Colorado Boulder dan dirancang untuk membantu siswa dalam memahami konsep-konsep bersifat abstrak, terutama pada mata pelajaran sains seperti fisika, kimia, dan biologi.

Simulasi PhET memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan bermakna melalui interaksi langsung dengan objek-objek virtual. Berbeda dengan metode tradisional yang seringkali hanya mengandalkan penjelasan verbal dan buku teks, simulasi ini memberikan peluang bagi siswa untuk melakukan eksplorasi, eksperimen, dan observasi dalam lingkungan belajar yang aman dan menyenangkan. Hal ini sangat penting terutama dalam pembelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) di SD/MI, di mana konsep-konsep seperti gaya, energi, dan perubahan materi sering kali sulit dipahami siswa secara abstrak (Verdian F. &, 2022).

Dalam perspektif teori pembelajaran konstruktivistik, simulasi PhET mendukung konstruksi pengetahuan siswa melalui aktivitas belajar aktif. Vygotsky juga menekankan pentingnya scaffolding dan interaksi sosial dalam membangun pemahaman, dan PhET menyediakan ruang bagi siswa untuk berkolaborasi, berdiskusi, mencoba dan memperbaiki kesalahan sendiri. Proses ini tidak hanya meningkatkan kemampuan berpikir siswa, tetapi juga mengasah keterampilan berpikir kritis dan kemampuan memecahkan masalah (Sanjaya, 2019).

Selanjutnya, simulasi PhET mendukung pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri. Guru dapat membimbing siswa untuk mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, dan menguji ide-ide melalui eksperimen virtual. Proses ini menumbuhkan rasa ingin tahu dan kemandirian dalam belajar. Penggunaan fitur kontrol variabel dalam simulasi juga membantu siswa memahami hubungan sebab-akibat secara langsung tanpa perlu melalui proses laboratorium yang kompleks atau berisiko (Arifin M. &, 2020).

Salah satu kelebihan utama PhET adalah fleksibilitasnya yang tinggi. Simulasi ini dapat diakses baik secara daring maupun luring dan kompatibel dengan berbagai perangkat seperti laptop, tablet, dan smartphone. Hal ini sangat mendukung keberlanjutan pembelajaran di era digital, termasuk dalam konteks pembelajaran jarak jauh (PJJ). Selain itu, tampilan yang menarik dan antarmuka yang mudah digunakan membuat simulasi ini sangat ramah bagi siswa usia sekolah dasar yang cenderung memiliki rentang konsentrasi pendek (Verdian F. &, 2022).

Dalam praktiknya, integrasi PhET dalam proses pembelajaran memerlukan peran aktif guru sebagai fasilitator. Guru perlu merancang skenario pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum serta menyesuaikan kegiatan simulasi dengan tujuan pembelajaran.

Selain itu, pelatihan bagi guru mengenai cara terbaik menggunakan media ini juga menjadi kunci keberhasilan implementasi di kelas. Oleh karena itu, pengembangan profesional guru dalam bidang teknologi pendidikan menjadi prioritas yang perlu terus ditingkatkan (Kurniawan H. , 2021).

Di sisi lain, penggunaan PhET juga memiliki beberapa keterbatasan. Misalnya, tidak semua sekolah memiliki fasilitas yang memadai seperti perangkat komputer dan akses internet stabil. Selain itu, tidak semua siswa memiliki kemampuan literasi digital yang sama. Oleh karena itu, dukungan dari kebijakan pendidikan dan pendampingan teknis sangat dibutuhkan untuk memastikan pemerataan akses serta efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis digital ini.

Secara keseluruhan, simulasi PhET terbukti menjadi salah satu inovasi digital yang dapat mengubah paradigma pembelajaran IPA di sekolah dasar menjadi lebih interaktif, bermakna, dan menyenangkan. Simulasi ini mampu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik serta mendorong pembelajaran berbasis eksplorasi. Untuk itu, integrasi teknologi seperti PhET perlu terus didorong dan menjadi bagian dari strategi pembelajaran abad ke-21.

Manfaat Penggunaan PhET dalam Pembelajaran IPA di SD/MI

Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi semakin menjadi kebutuhan dalam dunia pendidikan modern, termasuk di jenjang Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI). Salah satu media yang cukup populer digunakan adalah simulasi interaktif PhET (Physics Education Technology) yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. Media ini memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksplorasi konsep-konsep sains secara visual dan interaktif, sehingga pembelajaran tidak lagi bersifat abstrak dan monoton.

Dalam pengajaran pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), tantangan utama bagi guru adalah bagaimana menyampaikan materi-materi kompleks seperti gaya, energi, listrik, atau perubahan wujud benda secara konkret dan mudah dipahami anak. Di sinilah PhET berperan penting sebagai penghubung antara konsep teoritis dengan pengalaman belajar yang menyenangkan. PhET menyajikan simulasi yang menyerupai eksperimen nyata, namun dapat dilakukan secara digital dan aman oleh siswa SD/MI.

Penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran IPA terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep ilmiah di kalangan siswa. Dengan fitur interaktif dan visualisasi yang menarik, siswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta mengeksplorasi hubungan sebab-akibat dalam fenomena ilmiah yang mereka pelajari. Hal ini sesuai dengan prinsip pembelajaran konstruktivis yang menekankan peran

aktif siswa dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar secara langsung (Nurjanah, 2020).

Selain itu, PhET memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar secara mandiri di luar jam sekolah. Guru dapat mengarahkan siswa untuk mengeksplorasi simulasi tertentu sebagai tugas rumah atau proyek, yang dapat meningkatkan keterlibatan dan rasa ingin tahu siswa. Tersedianya simulasi dalam bahasa Indonesia juga menjadi nilai tambah karena dapat memudahkan siswa memahami instruksi tanpa kesulitan bahasa

Dalam praktiknya, guru dapat mengintegrasikan PhET ke dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) sebagai bagian dari strategi pembelajaran berbasis inkuiri, problem solving, maupun discovery learning. Guru dapat merancang kegiatan eksploratif di mana siswa diminta menyusun hipotesis, mencoba simulasi, mengamati hasil, dan menarik kesimpulan dari pengamatan tersebut. Aktivitas semacam ini tidak hanya membangkitkan minat terhadap IPA, tetapi juga mengembangkan keterampilan ilmiah sejak dini (Rahmah, 2022).

PhET juga berperan dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa. Melalui simulasi, siswa dapat memaknai fenomena alam dalam kehidupan sehari-hari, seperti bagaimana gaya memengaruhi gerak benda, atau bagaimana listrik dapat menghantarkan energi. Sehingga pembelajaran IPA menjadi lebih bermakna dan kontekstual yang dapat berdampak pada pencapaian tujuan pembelajaran secara lebih efektif.

Tidak hanya bagi siswa, penggunaan PhET juga membantu guru dalam meningkatkan kualitas pengajaran mereka. Guru tidak harus selalu menyediakan alat dan bahan laboratorium yang mahal dan sulit diakses. Melalui PhET, simulasi praktikum IPA dapat dilakukan hanya dengan perangkat komputer atau gawai dan koneksi internet yang stabil, sehingga menjadi solusi ideal di sekolah dasar yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium (Zainuddin, 2021).

Namun, penggunaan PhET tetap perlu memerlukan bimbingan dari guru dan pemahaman pedagogik yang baik. Guru perlu memberikan arahan yang jelas dan tujuan pembelajaran yang terstruktur agar penggunaan PhET tidak hanya menjadi hiburan visual, tetapi benar-benar mendorong terjadinya proses pembelajaran aktif dan bermakna. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan bagi para guru mengenai penggunaan PhET secara efektif

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan simulasi PhET menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan dibandingkan dengan siswa yang menggunakan metode konvensional. Hal ini disebabkan karena PhET mampu memvisualisasikan hal-hal abstrak secara nyata, sehingga siswa lebih mudah memahami dan mengingatkannya dalam jangka panjang (Arifin M. &, 2020).

Penggunaan PhET sebagai media belajar interaktif dalam pembelajaran IPA di SD/MI memiliki banyak manfaat, baik dari sisi peningkatan hasil belajar, motivasi, maupun penguatan pemahaman konsep ilmiah. Integrasi PhET dalam pembelajaran merupakan langkah strategis menuju transformasi pendidikan berbasis digital yang lebih inklusif, interaktif, dan bermakna.

Tantangan dan Solusi dalam Implementasi PhET

Implementasi teknologi dalam dunia pendidikan telah menjadi sebuah keniscayaan, terutama dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran di abad ke-21. Salah satu inovasi teknologi yang cukup populer digunakan dalam pembelajaran IPA adalah PhET Interactive Simulations. Media ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep-konsep sains yang abstrak secara lebih konkret dan interaktif. Namun, dalam implementasinya, tidak sedikit tantangan yang dihadapi oleh pendidik, sekolah, maupun siswa.

Tantangan pertama yang sering muncul adalah keterbatasan infrastruktur teknologi di sekolah dasar, terutama di daerah pedesaan. Tidak semua SD/MI memiliki akses yang memadai terhadap perangkat teknologi seperti laptop, proyektor, maupun koneksi internet yang stabil. Padahal, untuk menjalankan simulasi PhET memerlukan perangkat digital dan, dalam beberapa versi, juga membutuhkan koneksi internet untuk mengakses kontennya (Arifin R. &, 2022).

Selain kendala sarana, rendahnya literasi digital di kalangan guru menjadi tantangan yang besar dalam pemanfaatan PhET. Banyak guru, terutama yang sudah lama mengajar, belum terbiasa dengan teknologi digital sehingga enggan mencoba media baru. Terbatasnya pelatihan dan pendampingan juga memperburuk situasi ini, sehingga PhET belum dapat dimanfaatkan secara optimal dalam kegiatan pembelajaran (Yuliana, 2022).

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah ketidaksesuaian kurikulum atau perencanaan pembelajaran yang belum memasukkan penggunaan simulasi digital seperti PhET. Banyak RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) yang masih bersifat konvensional dan belum mempertimbangkan pendekatan inovatif yang berbasis teknologi. Para Guru membutuhkan waktu dan kreativitas lebih untuk mendesain pembelajaran yang mengintegrasikan PhET secara Efektif.

Dari perpektif siswa, tidak semua siswa memiliki kemampuan belajar mandiri dengan menggunakan media digital. Terutama di jenjang SD/MI, siswa masih memerlukan banyak bimbingan dalam menggunakan media simulasi. Tanpa adanya instruksi dan bimbingan yang jelas dari guru, penggunaan PhET dapat menjadi sangat membingungkan bagi siswa, bahkan berpotensi membuat mereka kehilangan fokus belajar (Sukmawati, 2020).

Namun, di balik tantangan tersebut, terdapat berbagai solusi yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan implementasi PhET. Solusi pertama adalah meningkatkan kemampuan guru melalui pelatihan dan workshop yang fokus pada pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Pelatihan ini harus bersifat aplikatif dan kontekstual, disesuaikan dengan situasi di SD/MI, serta dilengkapi dengan modul integratif yang dapat langsung diterapkan oleh para guru.

Selanjutnya, sekolah dapat menerapkan pendekatan blended learning, yaitu mengkombinasikan pembelajaran offline dan online, untuk mengatasi keterbatasan akses teknologi. Guru bisa mendemonstrasikan PhET di kelas melalui satu perangkat proyektor, kemudian meminta siswa melanjutkan eksplorasi di rumah dengan gawai mereka sendiri, jika memungkinkan. Hal ini tidak hanya menghemat sumber daya, tetapi juga meningkatkan partisipasi siswa (Marlina, 2023).

Keterlibatan antara sekolah, dinas pendidikan, dan sektor swasta juga sangat penting untuk penyediaan infrastruktur yang diperlukan. Misalnya, pengadaan laboratorium komputer sederhana, Wi-Fi sekolah, atau program pinjam pakai perangkat bagi siswa. Dengan adanya dukungan kebijakan dan anggaran yang memadai, akses terhadap media digital seperti PhET akan menjadi lebih merata.

Solusi terakhir adalah penyusunan perangkat ajar tematik yang mengintegrasikan PhET ke dalam kurikulum IPA SD/MI. Penyusunan ini melibatkan tim pengembang kurikulum, guru berpengalaman, dan pakar teknologi pendidikan agar penggunaan PhET tidak bersifat insidental, tetapi menjadi bagian dari pembelajaran yang terencana dan terstruktur. Dengan cara ini, PhET dapat benar-benar menjadi alat yang efektif dalam mentransformasi pembelajaran sains (Yuliana, 2022).

Dengan memahami tantangan dan merumuskan solusi tepat, implementasi PhET dalam pembelajaran IPA di SD/MI tidak lagi menjadi sebuah beban, tetapi menjadi peluang untuk menciptakan proses belajar yang lebih bermakna, menyenangkan, dan selaras dengan tuntutan zaman. Transformasi pembelajaran digital akan semakin kuat dengan dukungan kebijakan, pelatihan, dan sumber daya yang memadai.

SIMPULAN

Penggunaan simulasi digital PhET dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI) terbukti mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep, mendorong partisipasi aktif dalam proses belajar, serta mengasah keterampilan berpikir kritis. Media ini membantu menyederhanakan

konsep-konsep abstrak menjadi lebih nyata dan mudah dipahami melalui kegiatan pembelajaran yang bersifat interaktif dan menyenangkan.

Pemanfaatan PhET tidak hanya efektif dari segi pedagogis, tetapi juga turut mendorong perubahan pembelajaran menuju arah yang lebih digital dan relevan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21. Walaupun masih dijumpai kendala seperti keterbatasan sarana teknologi dan rendahnya literasi digital guru, hambatan ini dapat diatasi dengan pelatihan yang berkelanjutan, dukungan kebijakan pendidikan, serta penyusunan perangkat ajar yang berbasis teknologi.

Dimasa depan, pengembangan PhET memiliki potensi besar, antara lain melalui integrasi ke dalam kurikulum nasional, penyusunan konten yang sesuai dengan konteks lokal, serta penerapan sistem evaluasi berbasis digital. Dengan strategi yang baik, PhET dapat dijadikan sebagai model pembelajaran interaktif yang adaptif, berkelanjutan, dan inklusif di lingkungan pendidikan dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. &. (2020). Pengaruh Penggunaan PhET terhadap Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. . Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar, 5(2), 123–131.
- Arifin, R. &. (2022). Kendala dan Solusi Penggunaan Media PhET dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar,, 9(1), 34–42.
- Cahaya, U. D. (2023). Inovasi pembelajaran berbasis digital abad 21. Yayasan Kita Menulis.
- Hidayati, N. (2020). Pengembangan media pembelajaran IPA berbasis digital untuk siswa SD. Jurnal Teknologi Pendidikan Dasar, 5(2), 123–133.
- Kurniawan, A. &. (2021). Penggunaan LMS dalam pembelajaran IPA di masa pandemi COVID-19. Jurnal Inovasi Pendidikan IPA,, 7(2), 110–119.
- Kurniawan, H. (2021). Pelatihan Pemanfaatan Media Interaktif Simulasi PhET bagi Guru Sekolah Dasar. Jurnal Teknologi Pendidikan Dasar, 6(1), 34–45.
- Marlina, R. (2023). Strategi Blended Learning Berbasis PhET dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Keterlibatan Siswa. Jurnal Teknologi Pendidikan Dasar,, 7(1), 25–33.
- Muhajarah, K. &. (2020). Pengembangan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran: Peluang dan tantangan. JUSTEK: Jurnal Sains dan Teknologi,, 3(2), 77–83. Diambil kembali dari <http://journal.ummat.ac.id/index.php/justek/article/view/3184>
- Ningsih, Y. T. (2021). Penerapan PhET sebagai media interaktif dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara, 6(2), 98-105.

- Nurjanah, D. (2020). Implementasi Media PhET dalam Pembelajaran Fisika Berbasis Konstruktivisme untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 5(2), 135–142.
- Prasetyo, T. (2021). Pendekatan pembelajaran berpusat pada siswa (Student-Centered Learning Approach) . *Pendidikan Dasar*, Universitas Negeri Jakarta.
- Putri, W. A. (2021). Inovasi evaluasi pembelajaran IPA dengan teknologi digital. . *Jurnal Ilmiah Edukasi*,, 15(3), 245–252.
- Rahmah, N. &. (2022). Pemanfaatan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar IPA Siswa SD. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sekolah Dasar*, , 8(1), 50–57.
- Rusydi, I. (2017). Peranan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam kegiatan pembelajaran dan perkembangan dunia pendidikan. *Warta*, 53, 1–12. Universitas
- Dharmawangsa. <https://issn.brin.go.id/terbit/detail/18297463>. Diambil kembali dari <https://issn.brin.go.id/terbit/detail/18297463>
- Sanjaya, W. (2019). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Sari, L. M. (2020). Tantangan pembelajaran daring di SD daerah terpencil. *Jurnal Pendidikan Dasar*, , 11(1), 22–30.
- Siringoringo, R. G. (2024). Pengaruh Integrasi Teknologi Pembelajaran terhadap Efektivitas dan Transformasi Paradigma Pendidikan Era Digital. *Jurnal Yudistira: Publikasi Riset Ilmu Pendidikan dan Bahasa*, 66-76. doi:<https://doi.org/10.61132/yudistira.v2i3.854>
- Sukmawati, D. &. (2020). Tantangan Implementasi Media Digital pada Pendidikan Sains di SD. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 5(3), 88–95.
- Utomo, F. T. (2023). Inovasi media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran era digital di sekolah dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(2), 3635–3645.
- Verdian, F. &. (2022). Studi Penggunaan Media Simulasi PhET dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF)*, , 3(1), 11–18.
- Verdian, F. J. (2021). Studi penggunaan media simulasi PhET dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF)*,, 2(1), 15–24.
- Wahyuni, S. (2022). Peningkatan kompetensi guru dalam mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi digital. . *Jurnal EduTech*,, 8(1), 45–52.

- Wahyuningsih, A. &. (2024). Pengaruh media PhET simulation terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA materi sumber energi. *Elementary School Teacher Journal*, 7(2), 70– 80.
- Yuliana, S. &. (2022). Analisis Kesiapan Guru dalam Mengintegrasikan Teknologi Interaktif pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Humaniora*, 6(2), 100–110. .
- Zainuddin, M. (2021). Inovasi Digital dalam Pembelajaran IPA Melalui PhET Simulations. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dasar*, 6(1), 18–25.