

## Studi Literatur: Implementasi Media *PhET Simulation* dalam Pembelajaran IPAS Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Filzah Dea Salsabillah, Ratna Hidayah

Universitas Sebelas Maret  
[filzahdeasalsabillah@student.uns.ac.id](mailto:filzahdeasalsabillah@student.uns.ac.id)

---

### Article History

accepted 21/6/2025

approved 28/6/2025

published 31/7/2025

---

### Abstract

*In 21st-century education, interactive media such as PhET Simulations play a crucial role in enhancing students critical thinking skills. This study aims to examine students critical thinking abilities in IPAS (Integrated Science and Social Studies) learning through the implementation of interactive media like PhET Simulations. The approach used is descriptive qualitative with a literature study method through the analysis of reference sources to obtain research data, namely research articles and books relevant to the research objectives. Data sources can be obtained through both printed and electronic media. The results indicate that the use of interactive media such as PhET Simulations consistently improves students critical thinking skills. The interactive visualizations provided by PhET Simulations support the development of high-level critical thinking among students. However, limited technology and unequal digital access remain significant obstacles. This study concludes that the implementation of PhET Simulations in IPAS learning is necessary to foster the enhancement of students critical thinking skills.*

**Keywords:** *PhET Simulations, IPAS, Critical Thinking Skills*

### Abstrak

Pada pembelajaran abad ke-21 media interaktif seperti *PhET Simulation* berperan penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPAS melalui implementasi media interaktif seperti *PhET Simulation*. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan metode studi literatur melalui pengkajian sumber-sumber referensi untuk mendapatkan data penelitian yaitu artikel penelitian dan buku-buku yang relevan dengan tujuan penelitian. Sumber data dapat diperoleh melalui media cetak dan elektronik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan media interaktif seperti *PhET Simulation* secara konsisten mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Visualisasi interaktif dalam *PhET Simulation* membantu siswa dalam mendorong keterampilan berpikir kritis yang tinggi. Namun, terbatasnya teknologi dan akses digital yang belum merata menjadi hambatan yang signifikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa implementasi media *PhET Simulation* dalam pembelajaran IPAS diperlukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

**Kata kunci:** *PhET Simulations, IPAS, Keterampilan Berpikir Kritis*

---



## PENDAHULUAN

Pada abad ke-21, teknologi berkembang dengan sangat pesat khususnya dalam dunia pendidikan. Pendidikan dianggap sebagai dasar untuk mempersiapkan generasi muda dalam menghadapi perubahan dunia yang semakin kompleks. Berdasarkan Undang-Undang No 20 Tahun 2003 Bab 1 Pasal 1 Tentang Sistem Pendidikan Nasional disebutkan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Selain itu, pendidikan adalah usaha terencana dan sadar demi menciptakan sistem belajar yang efektif agar siswa mengembangkan potensi dirinya secara aktif (Mahrun, dkk., 2023). Kemajuan dalam sumber daya manusia yang inovatif, kompeten, dan siap bersaing di tingkat global ditentukan oleh kualitas pendidikan yang baik.

Dalam menghadapi pembelajaran abad 21, diperlukan adaptasi terhadap kemajuan teknologi digital agar mampu menguasai keterampilan abad 21. Anton dan Trisoni (2022) menjelaskan bahwa setiap orang harus menguasai kompetensi abad 21 yaitu kemampuan komunikasi (*communication*), berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), dan kolaborasi (*collaboration*). Salah satu kompetensi yang sangat diperlukan pada pembelajaran abad ke 21 adalah keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*). Keterampilan berpikir kritis ialah kompetensi esensial yang perlu dikuasai pada konteks pembelajaran abad 21 guna menghadapi dinamika zaman dan akselerasi perkembangan teknologi. Menurut Ariadila, dkk., (2023, hlm. 664) keterampilan berpikir kritis adalah suatu kemampuan seseorang untuk mengelola suatu informasi secara objektif untuk menentukan suatu keputusan secara tepat dan efektif. Upaya penanaman karakter tersebut dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Berpikir kritis mencakup kemampuan untuk menganalisis dan membuat kesimpulan logis menggunakan pengetahuan yang dievaluasi siswa (Guo & Lee, 2023).

Pengalaman belajar yang memungkinkan siswa untuk memahami, mengklarifikasi, dan mengumpulkan informasi dapat membantu mereka meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya. Sehingga siswa perlu mengembangkan dirinya melalui keterampilan berpikir kritis dalam sebuah pembelajaran, khususnya pembelajaran IPAS. IPAS adalah sebuah gagasan baru tentang pengenalan alam dan lingkungan yang dikaitkan dengan kondisi sosial (Fadlilah dkk., 2024, hlm. 16315). Menurut Sugih, dkk., (2023, hlm. 600) adanya kolaborasi antara konsep alam dan sosial bertujuan untuk membentuk rasa ingin tahu siswa terhadap suatu fenomena. Dalam konteks pembelajaran bermakna, siswa tidak hanya menyimak penjelasan guru, tetapi juga berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran.

Di sisi lain, siswa dengan tingkat berpikir kritis rendah cenderung terpaku pada pola pembelajaran yang bersifat menghafal, mengingat, dan memahami semata, khususnya pada pembelajaran IPAS. Kondisi ini mengakibatkan siswa mengalami kesulitan saat dihadapkan dengan tugas yang memerlukan analisis konsep. Sebagian besar siswa belum optimal dalam membiasakan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran. Kondisi ini terjadi dikarenakan penggunaan media pembelajaran yang efektif dan interaktif yang digunakan guru belum optimal. Guru cenderung menggunakan media konkret, buku paket, dan buku LKS untuk memberikan penjelasan materi yang mengakibatkan siswa merasa jenuh dan bosan mendengarkan penjelasan yang masih bertumpu pada metode ceramah tanpa memanfaatkan teknologi untuk mendapatkan sumber belajar tambahan khususnya pada mata pelajaran IPAS pada pola pembelajaran yang bersifat menghafal, mengingat, dan memahami semata. Guru mengalami keterbatasan kemampuan dalam menggunakan teknologi dan menyiapkan media pembelajaran yang interaktif.

Seiring berkembangnya teknologi, maka ilmu pengetahuan juga akan berkembang dengan berbagai jenis media yang digunakan. Kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong upaya untuk meningkatkan penggunaan teknologi dalam proses pendidikan. Dalam praktiknya, guru harus mampu menggunakan teknologi dengan cara yang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran. Guru harus mampu memanfaatkan media pembelajaran yang kreatif dan interaktif dalam proses pembelajaran agar pembelajaran tidak monoton.

Media pembelajaran dapat digunakan untuk media alternatif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Ngurahrai dkk., 2019, hlm. 68). Oleh karena itu, diperlukan media ajar berbasis teknologi dan laboratorium virtual selama pembelajaran IPAS. Variasi media pembelajaran yang dimaksud adalah variasi media mengenai eksperimen, dimana dengan kemajuan teknologi dapat membantu secara fleksibel dalam penggunaan media pembelajaran interaktif berupa *PhET Simulation*.

Salah satu upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa adalah dengan mengaplikasikan media *PhET Simulation* yang mampu mendorong siswa untuk berperan aktif dalam pembelajaran. *PhET Simulation* adalah aplikasi laboratorium untuk mempermudah guru dan siswa dalam memahami mata pelajaran sains dan mata pelajaran matematika (Muzana dkk., 2021, hlm. 229). *PhET Simulation* adalah media interaktif yang mengajak guru dan siswa belajar serta digunakan untuk memperjelas konsep matematika maupun sains yang dapat unduh secara gratis atau melalui web (Ramadani & Nana, 2020, hlm. 88). Dengan menggunakan variasi media pembelajaran berupa *PhET Simulation* pada pembelajaran IPAS menghasilkan temuan yang efektif dan tergolong sangat baik (Wardani & Rosdiana, 2022). *PhET Simulation* digunakan sebagai laboratorium alternatif yang didalamnya terdapat ilustrasi yang menyenangkan bagi siswa untuk menumbuhkan semangat belajar dan kemandirian belajar, karena siswa dapat belajar mandiri dan mencobanya di rumah. Penerapan media *PhET Simulation* dalam pembelajaran IPAS diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dan meningkatkan partisipasi mereka secara aktif dalam pembelajaran.

Tinjauan literatur sistematis diperlukan untuk memahami bagaimana media *PhET Simulation* dapat dirancang dan diimplementasikan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPAS. Melalui analisis terhadap analisis terkini, tujuan dari artikel ini adalah untuk mempelajari keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPAS melalui implementasi media interaktif *PhET Simulation*. Penelitian ini juga memfokuskan penguatan keterampilan berpikir kritis siswa sebagai kompetensi utama abad ke-21, dan bagaimana media *PhET Simulation* dapat menjadi sarana pembelajaran berbasis keterampilan (*skill-based learning*).

Artikel ini juga akan memberikan rekomendasi praktis bagi pendidik, pengambil kebijakan, dan peneliti untuk mengimplementasikan media *PhET Simulation* yang relevan dengan kebutuhan abad 21 dalam pembelajaran. Struktur artikel ini akan dimulai dengan pembahasan konsep keterampilan pada abad 21 dan media pembelajaran yang relevan. Oleh karena itu, artikel ini mengkaji hasil penelitian yang berfokus pada implementasi media *PhET Simulation* dalam pembelajaran IPAS dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi literatur (*literature study*). Studi literatur adalah penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan secara faktual, sistematis, dan akurat melalui analisis kajian literatur terhadap fenomena yang terjadi. Studi literatur atau studi kepustakaan menurut Feriyanto (2022) adalah sekumpulan kegiatan yang berkaitan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian. Pengumpulan sumber data diterapkan dalam artikel ini menggunakan data sekunder,

yaitu sumber data yang memberikan data secara tidak langsung dengan meneliti objek yang bersangkutan (Assyakurrohim dkk, 2023). Pada penelitian ini, menggunakan kajian sumber referensi untuk mendapatkan data penelitian yaitu artikel penelitian dan buku-buku yang relevan dengan tujuan penelitian. Sumber referensi dapat diperoleh melalui media cetak dan elektronik. Sumber data media cetak diperoleh melalui studi buku yang relevan, sedangkan sumber media elektronik berasal dari jurnal nasional dan internasional yang terakreditasi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui proses pencarian, ditemukan beberapa sumber yang relevan dengan topik pembahasan dan terdapat literatur yang dijadikan sebagai objek kajian, dengan rincian sebagai berikut:

**Tabel 1. Rincian Literatur**

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Temuan
1	Salame, I. I., & Makki, J. (2021).  <i>Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education</i> , 17(4), e2247.	Examining the use of PhEt simulations on students' attitudes and learning in general chemistry II.	Penelitian ini mengevaluasi persepsi terhadap penggunaan simulasi interaktif PhET dalam pembelajaran. Fitur yang paling dihargai dari PhET adalah kemampuan untuk memanipulasi variabel, interaktivitas, tampilan grafik dan diagram visual yang mempermudah visualisasi konsep, serta kemudahan penggunaan. Secara keseluruhan, PhET terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan direkomendasikan sebagai alat bantu pembelajaran yang inovatif dan menarik.
2	Fitriyani, Ade Pupt, & Ujiati Cahyaningsih.  <i>Journal of Innovation in Primary Education</i> 2.1 (2023): 30-37.	Penggunaan Media Physics Education Technology (PhET) Pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa media <i>PhET Simulation</i> adalah alat yang layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PhET dapat meningkatkan hasil belajar siswa, keaktifan mereka, keterampilan berpikir kritis dan kreatif, dan pemahaman mereka tentang konsep. Media ini juga membantu mengatasi keterbatasan laboratorium, membuat siswa lebih termotivasi, serta menciptakan pembelajaran yang menyenangkan dan interaktif.

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Temuan
3	Utami, Meldi Putri, Pramudya Dwi Aristya Putra, & Diah Wahyuni.  <i>Gravity Edu: Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Fisika 7.1</i> (2024): 1-4.	Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis PhET Simulation pada Materi Tekanan Zat Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP	Penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa meningkat secara signifikan ketika siswa menggunakan media <i>PhET Simulation</i> pada materi tekanan zat. Melalui desain eksperimen semu dengan dua kelas (kontrol dan eksperimen), ditemukan bahwa nilai rata-rata posttest keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen (71,28) lebih tinggi daripada kelas kontrol (60,78), dengan nilai signifikansi 0,000 dan $t_{hitung} = 4,585 > t_{tabel} = 1,67$ .
4	Muzana, Syarifah Rahmiza, Silvi Puspa Widya Lubis, & Wirda Wirda.  <i>Jurnal Dedikasi Pendidikan</i> 5.1 (2021): 227-236.	Penggunaan simulasi phet terhadap efektifitas belajar IPA	Penelitian ini menyimpulkan bahwa simulasi <i>PhET</i> membantu siswa memahami materi abstrak tanpa perlu laboratorium nyata dan memungkinkan pembelajaran mandiri yang fleksibel. Hasil studi pustaka dan wawancara menunjukkan bahwa <i>PhET Simulation</i> meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan siswa, serta kemampuan berpikir kritis. <i>PhET Simulation</i> direkomendasikan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi yang efektif dan efisien dalam pembelajaran IPA modern.

### 3.1 Media Phet Simulation dalam Pembelajaran IPAS

Pengembangan kurikulum memungkinkan pembaruan pengetahuan dan pembaruan keterampilan karena perubahan ilmu pengetahuan dan teknologi yang kian laju. Dalam program kurikulum merdeka, pendidikan IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) dan pendidikan IPS (Ilmu Pengetahuan Sosial) digabung menjadi pendidikan IPAS (Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial). Pembelajaran IPAS mengacu pada peristiwa di lingkungan dan makhluk hidup. Pada pembelajaran IPAS siswa harus dilibatkan secara aktif karena pada dasarnya pembelajaran IPAS merupakan kegiatan penemuan (Tiandho, 2020). Keaktifan dalam pembelajaran akan memberikan pengalaman nyata pada siswa. Namun, temuan memperlihatkan sebagian besar siswa kesulitan memahami materi pelajaran IPAS. Ini terjadi karena pembelajaran masih berpusat pada guru dan guru belum mengoptimalkan penggunaan materi serta media pembelajaran yang interaktif, efektif, dan menarik. Guru cenderung menggunakan media konkret, buku paket, dan buku LKS untuk memberikan penjelasan materi yang mengakibatkan siswa merasa jenuh dan bosan mendengarkan penjelasan yang masih bertumpu pada metode

ceramah tanpa memanfaatkan teknologi untuk mendapatkan sumber belajar tambahan khususnya pada mata pelajaran IPAS pada pola pembelajaran yang bersifat menghafal, mengingat, dan memahami semata. Gunawan (2023) mengatakan keterbatasan kapabilitas guru dalam mengoptimalkan media pembelajaran dan memanfaatkan teknologi dapat menjadi hambatan yang signifikan dalam proses pembelajaran.

Dalam pembelajaran IPAS terdapat banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami pelajaran. Salah satu materi yang cukup kompleks seperti tekanan zat. Hal ini dibuktikan pada penelitian Meldi Putri Utami, dkk (2024) bahwa materi tekanan zat merupakan materi yang tergolong abstrak karena mengandung konsep yang tidak konkrit sehingga membuat siswa mengalami kesulitan untuk memahami materi. Sehingga, diperlukan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi selama pembelajaran IPAS yaitu *PhET Simulation*.

*PhET Simulation* adalah media interaktif yang mengajak guru dan siswa untuk belajar, *PhET Simulation* digunakan untuk memperjelas konsep matematika maupun sains yang dapat diunduh secara gratis atau melalui web (Ramadani & Nana, 2020, hlm. 88). Media *PhET Simulation* mendukung guru dalam menyampaikan ide-ide fisika kepada siswa melalui simulasi interaktif yang diakses secara gratis melalui komputer atau gawai (Verdian dkk., 2021, hlm. 41). *PhET Simulation* digunakan sebagai laboratorium alternatif yang menyenangkan bagi siswa untuk menumbuhkan semangat belajar dan kemandirian belajar. Sehingga siswa menjadi lebih termotivasi dan berpartisipasi aktif dalam pembelajaran IPAS. Penelitian yang dilakukan Salame & Makki (2021) menunjukkan keuntungan simulasi *PhET Simulation* yaitu kemampuan untuk menghemat waktu untuk mencurahkan waktu mereka untuk belajar daripada menyiapkan peralatan, dan pengawasan siswa. Keuntungan lain yaitu memungkinkan guru dalam menjelaskan materi pelajaran yang abstrak melalui penggunaan *PhET Simulation*, simulasi *PhET* juga dapat membuktikan hal-hal yang terbilang sulit dari praktikum di laboratorium nyata.

### 3.2 Media Phet Simulation dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Keterampilan berpikir kritis ialah kompetensi esensial yang perlu dikuasai siswa pada konteks pembelajaran abad 21 guna menghadapi dinamika zaman dan akselerasi perkembangan teknologi. Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan berpikir reflektif, kemampuan mengevaluasi bukti pernyataan, kemampuan menerapkan konsep pada contoh baru, kemampuan mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dan menemukan kekurangan dalam suatu argumen (Prameswari & Istianah, 2022). Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis dapat menganalisis pemikiran mereka dalam proses pengambilan keputusan dan menarik kesimpulan secara tepat. Namun, dapat dikatakan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa di Indonesia tergolong rendah. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Khasani *et al.*, (2019) yang menerangkan bahwa melalui tes materi IPA, keterampilan berpikir kritis siswa masuk dalam kategori rendah dengan presentase 49,29%. Siswa dengan tingkat berpikir kritis rendah cenderung terpaku pada pola pembelajaran yang bersifat menghafal, mengingat, dan memahami semata, khususnya pada konteks pembelajaran IPAS. Saputra (2020) mengidentifikasi karakteristik siswa yang mempunyai keterampilan berpikir kritis, diantaranya cenderung untuk mencari informasi lebih dalam serta kemampuan menghubungkan permasalahan yang dijumpai pada pengalaman pribadi yang relevan terhadap persoalan tersebut. Indikator kemampuan berpikir kritis terdiri dari: (1) menginterpretasi, dengan memahami suatu permasalahan; (2) menganalisis, yaitu mengidentifikasi pertanyaan dan konsep; (3) mengevaluasi, menggunakan metode untuk menyelesaikan suatu persoalan; (4) menginferensi, yaitu mengambil kesimpulan dengan benar (Muliana, 2021, hlm. 18).

Media interaktif *PhET Simulation* diyakini dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan menciptakan lingkungan belajar yang lebih menantang dan

menarik siswa lebih aktif dalam mempelajari sains. Hal ini terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono (2020) yang menunjukkan bahwa penerapan media *PhET Simulation* mendukung siswa untuk memahami konsep visual dan melatih keterampilan berpikir kritis siswa pada fenomena yang tergolong abstrak. Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Meldi Putri Utami, dkk (2024) bahwa hasil yang diperoleh menyatakan nilai  $t$  hitung melebihi  $t$  tabel ( $4,585 > 1,67$ ) yang menunjukkan keterampilan berpikir kritis siswa meningkat secara signifikan dengan penggunaan media *PhET Simulation* dalam pembelajaran.

### 3.3 Efektifitas Pembelajaran dengan Media PhET Simulation

Penggunaan media interaktif *PhET Simulation* dapat menjadi mediator dan alat untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Dengan menggunakan media *PhET Simulation* siswa akan lebih aktif dan semangat untuk mengikuti pembelajaran. Efektifitas pembelajaran dengan menggunakan media *PhET Simulation* dapat dilihat dari proses pembelajaran dan keterampilan berpikir kritis yang meningkat. Hal ini terbukti pada penelitian Syarifah Rahmiza Muzana, dkk (2021) bahwa respon siswa setuju terhadap pembelajaran IPAS menggunakan media *PhET Simulation* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan tingkat persetujuan 83,3%.

Penelitian (Hensberry, dkk., 2015) menunjukkan bahwa penggunaan media *PhET Simulation* mendukung keterlibatan siswa dan diskusi tentang ide terkait pembelajaran IPAS, yang dapat mengakibatkan pelajaran yang efektif dengan menggabungkan teknologi. Dengan menggunakan media *PhET Simulation* siswa dapat berkolaborasi dalam diskusi kelompok yang mengharuskan mereka untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya dan memberikan masukan atau pendapat kepada siswa lain. Langkah penggunaan media *PhET Simulation* (Kurniawan dkk., 2020, hlm. 20-21) yaitu:

- a) Buka google pada gawai atau komputer
- b) Kunjungi situs web <https://phet.colorado.edu/> pada google
- c) Setelah itu menu percobaan yang dibutuhkan akan muncul
- d) Cari kata "mulai" saat Anda membuka menu yang Anda pilih
- e) Percobaan *PhET Simulation* akan dapat dilakukan secara langsung
- f) Percobaan telah siap untuk digunakan

### SIMPULAN

Implementasi media *PhET Simulation* dalam pembelajaran IPAS efektif dalam meningkatkan keterampilan siswa untuk berpikir kritis. Siswa dapat mempelajari konsep abstrak secara interaktif dan menyenangkan dengan media *PhET Simulation*. Selain itu, juga mendorong mereka untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran. *PhET Simulation* juga membantu guru menyampaikan materi secara visual dan kontekstual, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap kualitas pembelajaran. Implikasinya, pendidik perlu memanfaatkan teknologi pembelajaran berbasis simulasi sebagai bagian integral dalam kegiatan belajar mengajar untuk membekali siswa dengan kompetensi abad ke-21, khususnya keterampilan berpikir kritis. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan eksperimen secara langsung di kelas V Sekolah Dasar untuk mengukur dampak jangka panjang penggunaan *PhET Simulation* terhadap aspek kognitif dan sikap ilmiah siswa. Selain itu, pengembangan media serupa yang disesuaikan dengan konteks lokal dan kurikulum nasional juga menjadi prospek yang menjanjikan untuk memperkuat inovasi pembelajaran IPAS di sekolah dasar.

### DAFTAR PUSTAKA

Anton, A., & Trisoni, R. (2022). Kontribusi Keterampilan 4c Terhadap Proyek Penguatan Propil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 2(03), 528-535.

- Ariadila, S. N., Silalahi, Y. F. N., Fadiyah, F. H., Jamaludin, U., & Setiawan, S. (2023). Analisis pentingnya keterampilan berpikir kritis terhadap pembelajaran bagi siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(20), 664-669.
- Assyakurrohim, D., Ikhrum, D., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2022). Metode studi kasus dalam penelitian kualitatif. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(01), 1-9.
- Asy'ari, R., Dienaputra, R. D., Nugraha, A., Tahir, R., Rakhman, C. U., & Putra, R. R. (2021). Kajian Konsep Ekowisata Berbasis Masyarakat Dalam Menunjang Pengembangan Pariwisata : Sebuah Studi Literatur. *Pariwisata Budaya: Jurnal Ilmiah Agama Dan Budaya*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.25078/pba.v6i1.1969>
- Baskoro Farid, Widodo Arif, & Kholis Nur. (2021). (31) Analisa Performa Baterai Lithium-air, Lithium-sulfur, All-Solid-State. *Jurnal Teknik Elektro*, 10 No 03, 597–607.
- Fadlilah, U. N., Khamdun, & Purbasari, I. (2024). Implementasi Pembelajaran IPAS Berbasis Kurikulum Merdeka Belajar pada Siswa Kelas V. *Journal on Education*, 06(03), 16314–16321. <https://jonedu.org/index.php/joe/article/view/5387/4420>
- Feriyanto, F. (2022). Strategi penguatan literasi numerasi matematika bagi peserta didik pada kurikulum merdeka belajar. *Gammath: Jurnal Ilmiah Program Studi Pendidikan Matematika*, 7(2), 86-94.
- Gunawan, G. (2023). Deskripsi Pemahaman Konsep dan Karakter Profil Pelajar Pancasila pada Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek dengan Pendekatan Ethnomatematika. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 3(2), 174–181. <https://doi.org/10.53299/jppi.v3i2.332>
- Guo, Y., & Lee, D. (2023). Leveraging chatgpt for enhancing critical thinking skills. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4876-4883.
- Kurniawan, R. A., Rifa'i, M. R., & Fajar, D. M. (2020). Analisis Kemenerikan Media Pembelajaran Phet Berbasis Virtual Lab pada Materi Listrik Statis Selama Perkuliahan Daring Ditinjau dari Perspektif Mahasiswa. *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA*, 1(1), 19-28. <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i1.6>
- Mahrnun, M. M., Awaluddin, R., & Ardiansyah, A. (2023). Penerapan model pembelajaran numbered heads together (NHT) dengan inkuiri terbimbing untuk meningkatkan hasil belajar mata pelajaran biologi siswa kelas XI SMA. *PEDAGOGOS: Jurnal Pendidikan*, 5(1), 24-35.
- Muzana, S. R., Lubis, S. P. W., & Wirda, W. (2021). Penggunaan simulasi phet terhadap efektifitas belajar IPA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 5(1), 227-236.
- Ngurahrai, A. H., Farmaryanti, S. D., & Nurhidayati, N. (2019). Media pembelajaran materi momentum dan impuls berbasis mobile learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 62-70.
- Prameswari, K., & Istianah, F. Pengembangan Media QC Materi Tata Surya untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar.
- Ramadani, E. M., & Nana. (2020). Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Virtual Lab Phet pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA: Literature Review. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(1), 87-92.
- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the use of PhEt simulations on students' attitudes and learning in general chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247.
- Saputra, H. (2020). Kemampuan Berfikir Kritis Matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung*, 2(April), 1–7.
- Sugih, S. N., Maula, L. H., & Nurmeta, I. K. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran IPAS di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, 4(2), 599–603. <https://doi.org/10.51494/jpdf.v4i2.952>
- Tiandho, Y., Gusa, R. F., Indriawati, A., Aldila, H., & Kurniawan, W. B. (2020). Pelatihan pengajaran fisika berbasis simulasi menggunakan perangkat lunak phet bagi

- guru ipa di bangka sebagai perangkat laboratorium virtual. *Abimanyu: Journal of Community Engagement*, 1(2), 55-61.
- Utami, M. P., Putra, P. D. A., & Wahyuni, D. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis PhET Simulation pada Materi Tekanan Zat Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Gravity Edu: Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Fisika*, 7(1), 1-4.
- Verdian, F., Jadid, M. A., & Rahmani, M. N. (2021). Studi penggunaan media simulasi phet dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 1(2), 39-44.
- Wardani, A. T. D., & Rosdiana, L. (2022). Efektivitas Simulasi PhET dengan Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP pada Materi Listrik Dinamis. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 221-226.
- Wicaksono, I., Indrawati, dan Supeno. 2020. PhET (Physics Education Technology) Sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Webinar Pendidikan Fisika*. 5(1): 1-5.