

## EFEKTIVITAS MODEL INKUIRI TERBIMBING BERBANTUAN SIMULASI PHET UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA TOPIK FISIKA: STUDI LITERATUR

Iqbal Maulana Saputra<sup>1\*</sup>, Tsania Nur Diyana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Correspondence e-mail: [iqbalmaulana.2022@student.uny.ac.id](mailto:iqbalmaulana.2022@student.uny.ac.id)<sup>1\*</sup>

### Article History

Accepted: June 13<sup>th</sup> 2025  
Approved: July 29<sup>th</sup> 2025  
Published: July 30<sup>th</sup> 2025

### DOI:

[doi.org/10.30822/magneton.v3i2.4510](https://doi.org/10.30822/magneton.v3i2.4510)

### ABSTRAK

Rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika menjadi tantangan utama dalam pendidikan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada topik fisika. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) terhadap delapan artikel terbitan 2020-2024 yang diperoleh melalui penelusuran Google Scholar dan diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi menggunakan protokol PRISMA. Setiap artikel dianalisis berdasarkan metode penelitian, topik fisika, bentuk evaluasi, dan skor N-gain peningkatan berpikir kritis siswa. Hasil kajian menunjukkan bahwa model inkuiri terbimbing berbantuan PhET secara konsisten efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, dengan rentang N-gain antara 0,56 hingga 0,72 (kategori sedang hingga tinggi). Simulasi PhET membantu visualisasi konsep abstrak melalui eksperimen virtual yang interaktif, sedangkan inkuiri terbimbing mendorong investigasi ilmiah siswa secara terstruktur. Integrasi keduanya memberikan kontribusi signifikan dalam menciptakan pembelajaran yang bermakna, aktif, dan berbasis eksplorasi. Penelitian ini memberikan landasan konseptual dan praktis bagi guru fisika dalam merancang strategi pembelajaran berbasis inkuiri yang didukung teknologi simulatif untuk membangun keterampilan berpikir kritis siswa secara optimal.

**Kata Kunci:** Efektivitas; Inkuiri Terbimbing; Simulasi PhET; Berpikir Kritis; *Systematic Literature Review* (SLR).

### ABSTRACT

The low level of critical thinking skills among students in physics education poses a major challenge in 21st-century education. This study aims to analyze the effectiveness of the guided inquiry model assisted by PhET simulations in enhancing students' critical thinking skills on physics topics. The method used was a Systematic Literature Review (SLR) of eight articles published between 2020 and 2024, obtained through a Google Scholar search and selected based on inclusion and exclusion criteria using the PRISMA protocol. Each article was analyzed based on research method, physics topic, evaluation format, and N-gain scores for improvements in students' critical thinking skills. The results of the study indicate that the guided inquiry model assisted by PhET is consistently effective in improving critical thinking skills, with N-gain scores ranging from 0.56 to 0.72 (moderate to high category). PhET simulations aid in visualizing abstract concepts through interactive virtual experiments, while guided inquiry encourages structured scientific investigation by students. The integration of



both contributes significantly to creating meaningful, active, and exploration-based learning. This study provides a conceptual and practical foundation for physics teachers in designing inquiry-based learning strategies supported by simulation technology to optimally develop students' critical thinking skills.

**Keywords:** Effectiveness; Guided Inquiry; PhET Simulations; Critical Thinking; Systematic Literature Review (SLR).

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di era digital telah membawa dampak signifikan dalam dunia pendidikan, mendorong integrasi teknologi untuk menciptakan proses pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif. [Hasnida et al., \(2024\)](#) menyatakan bahwa digitalisasi pendidikan menciptakan ruang belajar yang fleksibel dan adaptif terhadap perkembangan zaman, sementara [Monoarfa et al., \(2024\)](#) menekankan pentingnya penggabungan nilai budaya dalam pengembangan kurikulum berbasis IPTEK agar tetap kontekstual. Transformasi digital ini juga memperluas akses terhadap sumber belajar seperti video interaktif, simulasi, dan platform daring yang mendukung pembelajaran mandiri. Namun, realita di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran di Indonesia masih didominasi oleh model konvensional yang berpusat pada guru, menjadikan siswa lebih banyak sebagai penerima pasif informasi dan menghambat partisipasi aktif. [Herawan \(2021\)](#) menyoroti bahwa kurangnya pemanfaatan pendekatan digital memperlebar kesenjangan antara kompetensi yang diajarkan dan tuntutan zaman, sedangkan [Ardelina et al., \(2021\)](#) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis media audiovisual mampu meningkatkan keaktifan dan prestasi belajar siswa. Oleh karena itu, untuk menjawab tantangan pendidikan abad ke-21, sangat penting bagi pendidik untuk mengadopsi strategi yang menjadikan siswa sebagai subjek aktif, serta mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, kreatif, dan reflektif.

Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil *Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2022 menunjukkan bahwa skor literasi sains Indonesia sebesar 383, masih jauh di bawah rata-rata OECD (485), dengan hanya 34% siswa yang mencapai tingkat kompetensi minimal (Level 2) ([OECD, 2023](#)). [Azrai et al., \(2020\)](#) mengungkapkan bahwa rendahnya skor ini mencerminkan lemahnya kemampuan siswa dalam memahami konsep ilmiah, mengevaluasi informasi, serta menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata. [Dewanthikumala et al. \(2021\)](#) menambahkan bahwa kurangnya motivasi belajar, tanggung jawab akademik, dan disiplin dalam pembelajaran fisika turut memengaruhi rendahnya keterampilan berpikir kritis. Hal ini semakin diperparah oleh minimnya penerapan metode pembelajaran yang mendorong eksplorasi, eksperimen, dan diskusi terbuka di kelas. Akibatnya, siswa kesulitan mengembangkan pemahaman mendalam dalam mata pelajaran seperti fisika yang menuntut kemampuan analitis tinggi.

Model inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) merupakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat proses belajar, namun dengan dukungan arahan dan scaffolding dari guru. Pendekatan ini mendorong siswa untuk aktif bertanya, mengobservasi, dan menarik kesimpulan berdasarkan data empiris yang dikumpulkan. [Parwati et al., \(2020\)](#) menunjukkan bahwa penerapan model ini efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa. [Musliman and Kasman \(2022\)](#) juga menegaskan bahwa model inkuiri terbimbing sangat efektif untuk membantu siswa memahami konsep-konsep fisika abstrak melalui proses berpikir kritis yang terarah. Dalam prosesnya, guru tetap berperan sebagai fasilitator yang memberikan batasan serta bimbingan yang jelas agar penyelidikan tidak kehilangan fokus. Dengan demikian, siswa dapat mengembangkan keterampilan ilmiah secara mendalam dalam suasana belajar yang terstruktur dan bermakna.

Selain pendekatan, pemilihan media pembelajaran juga menjadi kunci dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran. Salah satu media yang relevan adalah simulasi PhET (*Physics Education Technology*) yang memungkinkan visualisasi konsep-konsep fisika secara konkret melalui eksplorasi dan eksperimen virtual. [Verdian et al., \(2021\)](#) menunjukkan bahwa penggunaan PhET

dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang bersifat abstrak karena sifat interaktif dan visualnya. [Sujanem et al., \(2022\)](#) juga menegaskan bahwa simulasi PhET efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis ketika dipadukan dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah. Interaktivitas dan fleksibilitas media ini menjadikannya sangat sesuai dengan prinsip konstruktivisme, di mana siswa membangun pemahaman melalui pengalaman langsung. Oleh karena itu, integrasi PhET dalam pembelajaran fisika berpotensi besar dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif dan bermakna.

Integrasi model inkuiri terbimbing dengan simulasi PhET memberikan potensi sinergis dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Inkuiri terbimbing mendorong siswa untuk mengeksplorasi dan menyelidiki konsep-konsep ilmiah secara aktif, sementara PhET menyediakan media visual yang mendukung eksplorasi tersebut secara interaktif. [Subeki et al., \(2022\)](#) membuktikan bahwa kombinasi keduanya mampu meningkatkan keterampilan proses sains melalui aktivitas menyelidik yang terarah dan berbasis data. [Mardiyanti & Jatmiko, \(2022\)](#) juga menunjukkan bahwa pembelajaran fisika dengan model ini efektif dalam melatih kemampuan berpikir kritis siswa melalui interpretasi data dan penyusunan kesimpulan secara ilmiah. Kehadiran media yang mendukung visualisasi dan interaktivitas membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dengan lebih mudah. Oleh karena itu, penggabungan inkuiri terbimbing dan PhET sangat relevan untuk menciptakan pembelajaran yang bermakna, aktif, dan berbasis pemecahan masalah.

Melalui studi literatur ini, diharapkan diperoleh bukti empiris mengenai efektivitas model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada topik fisika. Penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi pola implementasi yang efektif, tantangan yang dihadapi, serta potensi transformasi pembelajaran fisika berbasis teknologi. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi guru dan pengembang kurikulum dalam merancang strategi pembelajaran inovatif yang relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

## METODE

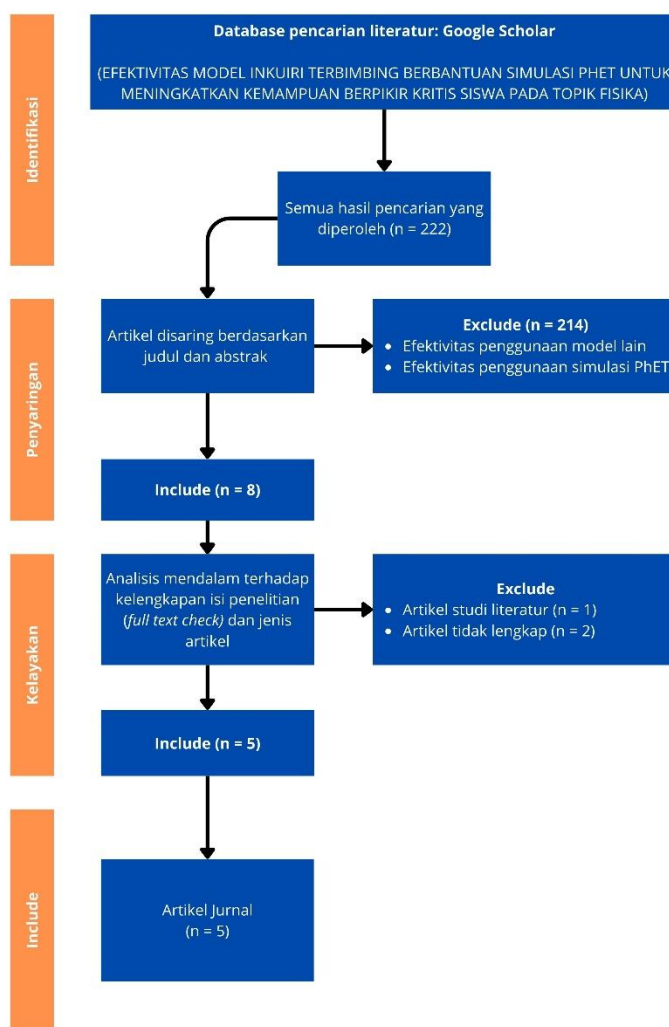
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Metode ini digunakan untuk menelaah dan menganalisis hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik. Tinjauan literatur sistematis dilakukan secara terstruktur dengan tahapan yang mengikuti kaidah akademik dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyintesis semua studi yang berkaitan dengan topik tertentu ([Kiraga, 2023](#)).

Kriteria inklusi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi keterkaitan artikel dengan variabel yang dikaji, yakni efektivitas, model inkuiri terbimbing, simulasi PhET, berpikir kritis, dan pembelajaran fisika. Artikel diperoleh melalui penelusuran basis data Google Scholar, dengan batasan tahun publikasi antara 2020 hingga 2024. Dari pencarian awal diperoleh 220 artikel berbahasa Indonesia. Sampel dipilih dengan menggunakan teknik purposive sampling, yakni teknik penarikan sampel berdasarkan pertimbangan dan kesesuaian dengan tujuan penelitian ([Andrade, 2021](#)), sehingga terpilih 5 artikel yang layak untuk dianalisis lebih lanjut.

Prosedur kajian diawali dengan penentuan kata kunci seperti “Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing”, “Penggunaan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PhET”, dan “Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PHET Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Topik Fisika”. Artikel yang diperoleh diseleksi berdasarkan judul dan abstrak, kemudian dilakukan penelaahan isi secara menyeluruh untuk menilai relevansi dan kontribusinya. Sebagai bentuk transparansi proses seleksi, digunakan diagram PRISMA untuk menggambarkan tahapan identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi artikel dalam studi ini.

Kelayakan artikel yang disertakan dalam kajian ini tidak hanya ditentukan oleh keberadaan kata kunci pada judul atau abstrak, tetapi juga melalui penilaian yang lebih mendalam terhadap isi dan struktur artikel. Artikel dinyatakan layak apabila memenuhi lima kriteria utama, yaitu: (1) topik yang dibahas secara eksplisit mengulas penerapan model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa; (2) kelengkapan unsur sistematika penulisan ilmiah, mencakup bagian pendahuluan, metode,

hasil, dan pembahasan, sehingga memungkinkan analisis komprehensif; (3) kejelasan metode penelitian, termasuk penyebutan desain penelitian dan instrumen evaluasi yang digunakan, seperti pretest-posttest atau perhitungan N-gain, guna menjamin validitas temuan; (4) keterukuran hasil penelitian, ditunjukkan melalui data kuantitatif atau kualitatif yang mendukung analisis efektivitas; serta (5) kelayakan publikasi, yaitu artikel telah terbit di jurnal ilmiah bereputasi dan tersedia dalam bentuk full-text. Dengan demikian, proses seleksi artikel tidak hanya bersifat administratif tetapi juga substantif, untuk memastikan kualitas literatur yang dikaji sesuai dengan tujuan dan fokus penelitian.



Gambar 1. Diagram PRISMA dari proses pemilihan artikel dari studi yang ditinjau

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan prosedur yang telah dilaksanakan, peneliti berhasil mengumpulkan 5 artikel yang memenuhi kriteria kelayakan. Artikel-artikel tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk melihat hasil temuan terkait efektivitas model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi phet untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa terutama pada pembelajaran fisika. Hasil temuan artikel-artikel disajikan dalam Tabel 1.

Berdasarkan lima literatur yang dianalisis pada Tabel 1, semua penelitian sepakat bahwa model inkuiri terbimbing yang dipadukan dengan simulasi PhET memberikan dampak positif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika. Keunggulan model ini terletak pada interaktivitas dan visualisasi konkret dari simulasi yang memperkuat pemahaman konsep dan mendorong siswa untuk aktif dalam proses investigatif. Temuan

konsisten menunjukkan peningkatan nilai N-gain berpikir kritis pada kategori sedang hingga tinggi.

Tabel 1. Hasil Temuan Artikel

Judul Artikel	Penulis (Tahun)	Jurnal	Analisis	Hasil Penelitian
Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan media phet terhadap kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis fisika peserta didik sma.	Agustina, K., Sahidu, H., & Gunada, I. W. (2020)	Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi	MANOVA	PBL-PhET berpengaruh signifikan terhadap berpikir kritis. Peningkatan ditunjukkan melalui hasil perbandingan skor antar kelas.
Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET Interactive Simulations untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa SMA	Mardiyanti, N. E. A., & Jatmiko, B. (2022)	Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika	Uji N-gain dan perbandingan kelas	N-gain tinggi; pembelajaran efektif. Skor peningkatan berada pada kategori sedang hingga tinggi.
Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PhET Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di SMAN 1 Donggo.	Qahfi, B. A. (2022)	Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA	Paired Sample t-test	Terdapat peningkatan signifikan. Perbedaan skor sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan efektivitas.
Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Dinamis	Ramanda, N., Rahmad, M., & Islami, N. (2024)	Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika	Uji t (independen)	Kelas eksperimen lebih unggul. Perbedaan signifikan terlihat antara kelas kontrol dan eksperimen.
Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	Yasa, P., & Rachmawati, D. O. (2023)	Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia	ANAKOVA dan LSD	PBL-PhET lebih efektif dari DI. Efektivitas terlihat dari perbandingan antar kelompok perlakuan.

Model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET secara konsisten terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika. Penelitian [Agustina et al. \(2020\)](#) menyoroti topik suhu dan kalor, yang selama ini dianggap abstrak bagi siswa. Penggunaan simulasi PhET membantu mengkonkretkan

konsep tersebut melalui eksplorasi visual dan eksperimen maya. Temuan menunjukkan peningkatan berpikir kritis pada kategori sedang, menunjukkan efektivitas meskipun belum mencapai optimal. Hal menarik dari studi ini adalah bagaimana model inkuiri dirancang secara utuh dari merumuskan masalah hingga menyimpulkan, namun tantangannya terletak pada penguatan keterlibatan siswa secara menyeluruh dalam tiap tahapan, terutama dalam kegiatan refleksi kritis terhadap data.

Studi oleh [Mardiyanti & Jatmiko \(2022\)](#) memperdalam fokus pada materi hukum Newton yang bersifat teoritis dan memerlukan visualisasi gerak. Pembelajaran dirancang dalam lima tahap inkuiri dengan integrasi PhET untuk memperkaya pengalaman eksplorasi. Menariknya, nilai N-gain siswa tergolong tinggi, menunjukkan bahwa penggunaan simulasi interaktif secara efektif memfasilitasi keterlibatan siswa dalam membangun pemahaman konseptual sekaligus meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Keberhasilan ini didukung oleh desain pembelajaran yang memberi ruang eksplorasi aktif dan pengujian hipotesis. Namun demikian, tantangan yang muncul adalah kebutuhan pendampingan intensif oleh guru agar siswa tidak hanya berinteraksi secara teknis dengan simulasi, tetapi juga secara konseptual dan reflektif.

[Qahfi \(2022\)](#) mengambil pendekatan berbeda dengan menerapkan desain pretest-posttest pada satu kelompok, yang menjadi keunikan dalam konteks metodologi. Fokus penelitian berada pada materi dinamika partikel, yang menuntut pemahaman mendalam terhadap gaya dan gerak. Simulasi PhET dimanfaatkan dalam setiap tahapan inkuiri untuk mempercepat pemahaman dan mendorong keterampilan analitis. Peningkatan kemampuan berpikir kritis yang dicapai menunjukkan bahwa model ini adaptif terhadap struktur pembelajaran satu kelompok. Menariknya, studi ini menunjukkan bahwa bahkan dalam keterbatasan desain eksperimen, PhET tetap mampu memfasilitasi konstruksi makna oleh siswa. Tantangan utama terletak pada kurangnya perbandingan antar kelas, yang menyulitkan generalisasi efek perlakuan secara luas.

Penelitian oleh [Ramanda et al. \(2024\)](#) mengambil fokus pada materi fluida dinamis, yang memiliki karakter abstrak dan memerlukan bantuan visualisasi konseptual. Penerapan PhET dalam tahapan inkuiri memungkinkan siswa melihat dan memanipulasi aliran fluida secara langsung, sehingga mendukung pembentukan argumen ilmiah. Hasil yang tinggi pada kemampuan berpikir kritis mengindikasikan efektivitas perpaduan antara pendekatan ilmiah dan media digital. Nilai tambah dari penelitian ini terletak pada bagaimana kompleksitas materi dapat dijumpai melalui visualisasi yang bermakna. Namun, tantangan yang muncul adalah bagaimana memastikan bahwa manipulasi simulasi benar-benar mengarah pada pemahaman konseptual, bukan hanya eksplorasi permukaan tanpa refleksi mendalam.

Studi terakhir oleh [Yasa & Rachmawati \(2023\)](#) mengeksplorasi materi gerak yang melibatkan pemodelan dan pengambilan keputusan berbasis data. Penerapan simulasi PhET dalam sesi eksplorasi memberi keleluasaan bagi siswa untuk menguji parameter gerak, sehingga mendorong proses berpikir analitis dan evaluatif. Peningkatan kemampuan berpikir kritis berada pada kategori tinggi, yang memperkuat temuan bahwa pembelajaran berbasis simulasi digital mampu memfasilitasi keterampilan abad ke-21. Menariknya, studi ini menekankan pentingnya partisipasi aktif dan otonomi siswa dalam mengeksplorasi konsep. Namun, diperlukan kesiapan siswa dalam literasi digital agar tidak terjadi ketimpangan pemanfaatan teknologi, yang berpotensi menghambat proses belajar yang seharusnya memberdayakan.

Berdasarkan kajian literatur ini, model inkuiri terbimbing berbantuan PhET memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Diharapkan model ini dapat diimplementasikan secara lebih luas dalam pembelajaran fisika di sekolah, tidak hanya pada topik tertentu tetapi juga pada berbagai konsep yang menantang. Selain itu, penting bagi guru untuk memahami tahapan inkuiri secara menyeluruh agar pemanfaatan simulasi benar-benar optimal. Dengan pengembangan yang berkelanjutan, pendekatan ini dapat menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika secara umum.

Meskipun secara umum model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, beberapa penelitian yang dikaji dalam literatur ini masih memiliki sejumlah keterbatasan. Salah satu kendala umum yang ditemukan adalah keterbatasan desain penelitian. Misalnya, studi oleh [Qahfi \(2022\)](#) hanya menggunakan satu kelompok eksperimen tanpa adanya kelompok kontrol, sehingga sulit untuk

mengisolasi efek perlakuan dan membandingkan secara objektif. Penelitian lain, seperti Agustina et al. (2020), meskipun telah menggunakan desain kontrol, belum mengungkap secara mendalam proses reflektif siswa dalam tahapan inkuiri, yang padahal merupakan inti dari penguatan berpikir kritis. Di sisi lain, beberapa penelitian kurang menampilkan data kualitatif atau observasi langsung mengenai bagaimana siswa berinteraksi dengan simulasi PhET secara konseptual, sehingga pembelajaran cenderung hanya diukur dari hasil tes, bukan dari proses berpikir yang terjadi.

Kendala lainnya adalah keterbatasan dalam generalisasi hasil. Misalnya, penelitian dilakukan pada topik tertentu seperti suhu dan kalor atau fluida dinamis, yang meskipun bersifat representatif, belum mencakup keragaman materi fisika lainnya. Selain itu, sebagian besar penelitian dilaksanakan dalam skala kelas kecil dengan waktu intervensi yang terbatas, sehingga belum dapat menjelaskan dampak jangka panjang dari model pembelajaran ini terhadap perkembangan berpikir kritis siswa. Terakhir, kesiapan guru dan siswa dalam menggunakan teknologi simulasi juga menjadi tantangan tersendiri, terutama di sekolah dengan keterbatasan infrastruktur digital. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan model tidak hanya ditentukan oleh desain pembelajaran, tetapi juga oleh konteks implementasinya secara menyeluruh di lapangan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan kajian sistematis terhadap lima artikel relevan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika. Model ini memberikan pengalaman belajar yang bersifat eksploratif dan investigatif, di mana siswa secara aktif terlibat dalam merumuskan masalah, merancang percobaan, menganalisis data, hingga menarik kesimpulan ilmiah. Dukungan visualisasi melalui simulasi PhET memungkinkan siswa memahami konsep-konsep abstrak secara lebih konkret dan interaktif. Hasil kajian menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori sedang hingga tinggi, mencerminkan efektivitas pendekatan ini dalam membentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, penerapan model inkuiri terbimbing berbasis simulasi digital sangat relevan untuk mendukung kurikulum fisika di era digital, serta memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut pada mata pelajaran sains lainnya yang membutuhkan kemampuan analitis, evaluatif, dan reflektif secara mendalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H. (2021). Analysis of Critical Thinking Skills Based on Learning Motivation, Responsibility, and Physics Learning Discipline of Senior High School Students in Takalar. In *Journal of Physics: Conference Series* 1805(1), 012004.
- Agustina, K., Sahidu, H., & Gunada, I. W. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media PheT Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 17–24. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1514>
- Andrade, C. (2021). The inconvenient Truth About Convenience and Purposive Samples. *Indian journal of psychological medicine*, 43(1), 86-88. doi:10.1177/0253717620977000.
- Ardelina, A. Y., Ain, N., & Ayu, H. D. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Media Audio Visual Untuk Meningkatkan Keaktifan Dan Prestasi Belajar Siswa. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 3(4), 300-312. doi:10.21067/jtst.v3i4.4903.
- Azrai, E. P., Wulaningsih, R. D., & Sumiyati, U. K. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis Dan Literasi Sains Siswa SMA di Jakarta Timur. *Edusains*, 12(1), 89-97.

- Dewanthikumala, Jasruddin, & Abdullah, H. (2021). Analysis of Critical Thinking Skills Based on Learning Motivation, Responsibility, and Physics Learning Discipline of Senior High School Students in Takalar. *Journal of Physics: Conference Series*, 1805(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1805/1/012004>
- Hasnida, S. S., Adrian, R., & Siagian, N. A. (2024). Tranformasi pendidikan di era digital. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 2(1), 110-116.
- Herawan, E. (2021). *Literasi Numerasi Di Era Digital Bagi Pendidik Abad 21*. Vol. 3.
- Kiraga, F. (2023). Literature Review: Efforts To Improve Creative Thinking Ability In Science Learning. *Integrated Science Education Journal* 4(2):77–83. doi:10.37251/isej.v4i2.330.
- Mardiyanti, N. E. A., & Jatmiko, B. (2022). Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET Interactive Simulations untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 328. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5281>
- Monoarfa, M., Sinaga, A. V., Ariastuti, W., & Wizerti, S. (2024). Integrasi Nilai Budaya Dan Perkembangan IPTEK Dalam Pengembangan Kurikulum. *Jurnal Publikasi Pendidikan*, 14. doi:10.26858/publikan.v14i1.62824.
- Musliman, A., & Kasman, U. (2022). Efektivitas model inkuiri terbimbing untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada konsep fisika yang bersifat abstrak. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 2(01), 48-53.
- OECD. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD publishing.
- Parwati, G. A. P. U., Rapi, N. K., & Rachmawati, D. O. (2020). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 10(1), 49-60.
- Qahfi, B. A. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PhET Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di SMAN 1 Donggo. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(2), 133–139.
- Ramanda, N., Rahmad, M., & Islami, N. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Dinamis. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 6(2), 223–239.
- Subeki, R. S., Astriani, D., & Qosyim, A. (2022). Media Simulasi PhET Berbasis Inkuiri Terbimbing Materi Getaran Dan Gelombang Terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Pensa: e-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(1), 75-80.
- Sujanem, R., Suwindra, I. N. P., & Suswandi, I. (2022). Efektivitas E-Modul Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi Phet Dalam Ujicoba Terbatas Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 12(2), 181-191.
- 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.
- Yasa, P., & Rachmawati, D. O. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 13(3), 94–100.