

## Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Pembelajaran Fisika

Tessalonika Lumbanbatu<sup>1\*</sup>, Rai Sujanem<sup>2</sup>, I Nengah Edi Budiarta<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Ganesha, Jl. Udayana No.11, Banjar Tegal, Kab. Buleleng, Bali  
E-mail: [tessalonika@student.undiksha.ac.id](mailto:tessalonika@student.undiksha.ac.id)

\* Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i4.6507>

### ARTICLE INFO

#### Article history

Received: 09 May 2026

Revised: 24 May 2026

Accepted: 10 June 2026

#### Kata Kunci:

Inkuiri Terbimbing,  
PhET, Keterampilan  
Berpikir Kritis,  
Pembelajaran Fisika

#### Keywords:

Guided Inquiry, PhET  
Simulation, Critical  
Thinking Skills, Physics  
Learning

### ABSTRACT

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa perbedaan keterampilan berpikir kritis antara siswa yang belajar dengan model inkuiri terbimbing dengan bantuan PhET dan siswa yang belajar dengan model konvensional. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu dengan desain one way pretest-posttest non-equivalent control group design. Target populasi terdiri dari 356 siswa kelas X di SMA Negeri 4 Singaraja. Sampel diambil dengan menggunakan teknik pengambilan acak sederhana yang menghasilkan 70 siswa dan dibagi menjadi dua kelompok. Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dilaksanakan menggunakan metode deskriptif dan statistik. Uji hipotesis dilaksanakan pada tingkat signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa pada kelompok yang menerapkan model inkuiri terbimbing dengan bantuan PhET berada di kategori tinggi ( $M = 82,6$ ;  $SD = 5,27$ ), sedangkan kelompok yang belajar dengan model konvensional berada di kategori cukup ( $M = 57,6$ ;  $SD = 6,74$ ). Hasil pengujian hipotesis menggunakan ANAKOVA memperlihatkan nilai  $F_{hitung}$  sebesar 314,092 dengan tingkat  $p_{model pembelajaran} = 0,001 < 0,05$ . Penelitian menunjukkan variasi keterampilan berpikir kritis antara siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan PhET dan siswa yang diajarkan dengan model konvensional. Sehingga, model pembelajaran inkuiri terstruktur dengan bantuan PhET memiliki dampak yang signifikan pada kemampuan berpikir kritis siswa dalam mata pelajaran fisika.

*The purpose of this study was to analyze the differences in critical thinking skills between students who learned with the guided inquiry model with the help of PhET and students who learned with the conventional model. This study used a quasi-experimental method with a one-way pretest-posttest non-equivalent control group design. The target population consisted of 356 grade X students at SMA Negeri 4 Singaraja. The sample was taken using a simple random sampling technique resulting in 70 students and divided into two groups. Analysis of students' critical thinking skills was carried out using descriptive and statistical methods. Hypothesis testing was carried out at a significance level of 5%. The results showed that the average critical thinking skills of students in the group that implemented the guided inquiry model with the help of PhET were in the high category ( $M = 82.6$ ;  $SD = 5.27$ ), while the group that learned with the conventional model was in the sufficient category ( $M = 57.6$ ;  $SD = 6.74$ ). The results of hypothesis testing using ANOVA showed a calculated  $F$  value of 314.092 with a  $p$  level of  $0.001 < 0.05$ . Research shows variations in critical thinking skills between students taught using the PhET-assisted guided inquiry learning model and those taught using the conventional model. Therefore, the PhET-assisted structured inquiry learning model has a significant impact on students' critical thinking skills in physics.*



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

**How to Cite:** Tessalonika Lumbanbatu, et al (2026). Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Pembelajaran Fisika, 4(4) 26921-26926. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i4.6507>

## PENDAHULUAN

Kemajuan terbaru di bidang ilmu dan teknologi membutuhkan pendidikan yang mampu menghasilkan sumber daya manusia yang tidak hanya memahami teori, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir yang baik. Salah satu elemen utama dari kemampuan ini adalah berpikir kritis, yang memungkinkan siswa untuk mengevaluasi data, mengatasi masalah, dan mengambil keputusan yang rasional saat menghadapi tantangan di tingkat global. Namun, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam mengenali dan menyelesaikan masalah yang ada di dunia nyata masih kurang memuaskan, terutama dalam proses pembelajaran yang menuntut tingkat penalaran logis yang tinggi (Ardiyanti *et al.*, 2021). Fenomena tersebut mencerminkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik belum terstimulasi secara optimal. Oleh sebab itu, orientasi pendidikan dewasa ini harus digeser, tidak lagi sekadar berfokus pada transfer pengetahuan melainkan pada penguatan keterampilan berpikir kritis sebagai bagian dari kompetensi masa depan (Fitriyah *et al.*, 2021).

Dalam konteks Pendidikan di Indonesia, penerapan kurikulum merdeka merupakan upaya yang tepat dari pemerintah untuk membangun proses pembelajaran yang dinamis, inovatif, dan relevan agar siswa dapat melejitkan potensi dirinya secara maksimal (Fadillah *et al.*, 2024). Namun, pelaksanaannya menunjukkan bahwa upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam materi fisika, masih mengalami berbagai tantangan. Tantangan tersebut meliputi pengaruh utama dari pendekatan belajar yang berfokus pada pengajaran oleh guru (*teacher-centered*), kurangnya penggunaan metode pengajaran yang mendorong kegiatan eksplorasi dan analisis, serta terbatasnya media instruksional yang mampu memfasilitasi pemahaman konsep secara mendalam. Di samping itu, fisika kerap dicap sebagai materi yang rumit dan abstrak akibat padatnya konsep kompleks serta visualisasi matematis, sehingga berimbas pada penurunan minat dan keterlibatan siswa di kelas (Fitriani *et al.*, 2020). Keadaan ini menunjukkan bahwa usaha untuk memperbaiki mutu pengajaran masih belum sepenuhnya membantu dalam mendorong keterampilan berpikir kritis para siswa.

Tingginya rendah keterampilan berpikir kritis siswa juga didukung oleh beberapa fakta empiris. Hasil survei *Programme for International Student Assessment* (PISA) secara konsisten memperlihatkan bahwa keterampilan literasi sains murid-murid Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan negara-negara lain (Putrawangsa *et al.*, 2022). Keterampilan dalam literasi sains meliputi indikator berpikir kritis, termasuk analisis data, mengevaluasi, dan pembuatan kesimpulan berdasarkan bukti. Oleh karena itu, nilai yang rendah dalam literasi ilmiah menandakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa juga kurang berkembang dengan baik. Sejalan dengan, penelitian Ardiyanti *et al.* (2021) memaparkan bahwa lebih dari separuh populasi siswa berada pada klaster berkemampuan berpikir kritis rendah. Temuan-temuan ini mengonfirmasi adanya kesenjangan (*gap*) yang lebar antara target kurikulum yang mengharapkan penguasaan berpikir tingkat tinggi dengan kenyataan praktik pembelajaran di kelas.

Akar dari permasalahan tersebut bertumpu pada pola pembelajaran konvensional yang menempatkan siswa sebagai penerima informasi pasif. Penelitian ini membuktikan bahwa metode pembelajaran searah ini mengakibatkan siswa sekadar menghafal fakta tanpa dibekali kemampuan mengolah nalar secara mendalam (Widiastuti, 2021). Dampaknya, peserta didik mengalami disorientasi dalam memahami konsep fisika secara utuh serta kesulitan mengorelasikan prinsip tersebut dengan situasi nyata. Sebagai langkah solutif, diperlukan implementasi model pembelajaran inovatif yang dapat melibatkan siswa secara aktif dalam membangun pengetahuan mereka. Model inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) dinilai sebagai opsi yang tepat karena memberikan ruang bagi siswa untuk melakukan investigasi ilmiah secara sistematis lewat arahan guru yang terukur, sehingga dapat memicu perkembangan kemampuan berpikir kritis, logis, dan analitis (Prasetiyo *et al.*, 2021). Melalui model ini, siswa dibiasakan untuk mengidentifikasi masalah, mengembangkan hipotesis, melakukan eksperimen, dan mengambil kesimpulan berdasarkan data yang valid..

Namun, pelaksanaan model inkuiri terbimbing di sekolah sering kali terkendala oleh keterbatasan fasilitas laboratorium fisik yang memadai untuk mendukung aktivitas eksperimen (Anggereni *et al.*, 2021). Kondisi ini dapat menghambat optimalisasi pembelajaran berbasis penyelidikan yang berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Guna mengatasi permasalahan tersebut, pemanfaatan media berbasis teknologi seperti *Physics Education and Technology* (PhET) menjadi solusi alternatif yang sangat prospektif. PhET menawarkan simulasi interaktif yang dapat menggambarkan fenomena fisika yang abstrak menjadi lebih nyata dan dinamis, sehingga mempermudah siswa dalam memahami materi (Pranata *et al.*, 2022). Melalui laboratorium virtual

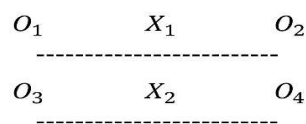
ini, siswa dapat mengeksplorasi konsep, memanipulasi variabel, dan menguji hipotesis secara langsung demi mendukung sintaks inkuiri (Sujanem *et al.*, 2022). Selain itu, PhET menjadi solusi taktis untuk mengatasi keterbatasan sarana prasarana eksperimen riil di sekolah (Sujanem *et al.*, 2024). Berbagai riset terdahulu menegaskan bahwa integrasi PhET dalam pembelajaran tidak hanya mendongkrak penguasaan konsep, tetapi juga mengakselerasi keterampilan berpikir kritis secara signifikan (Nada *et al.*, 2024).

Integrasi antara model inkuiri terbimbing dan media simulasi PhET diharapkan mampu menghasilkan pembelajaran efektif dan bermakna. Melalui pendekatan ini, siswa didorong untuk aktif melakukan eksplorasi, menganalisis data, dan menarik kesimpulan berdasarkan eksperimen virtual yang dilakukan. Proses tersebut secara langsung mengasah keterampilan berpikir kritis karena melibatkan operasional kognitif tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan pengambilan Keputusan (Ennis, 2016). Meskipun kombinasi ini dianggap efektif, saat ini hanya ada sedikit studi yang secara khusus mengkaji pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dalam mata pelajaran fisika di sekolah menengah, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, menunjukkan bahwa minimnya kemampuan berpikir kritis di golongan siswa pada mata pelajaran fisika ialah isu yang butuh menemukan atensi sungguh- sungguh. Dengan demikian, tujuan dari riset ini merupakan buat menganalisis pengaruh pelaksanaan model pendidikan inkuiri terbimbing berbantuan PhET terhadap keahlian berpikir kritis siswa SMA pada mata pelajaran fisika. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat membagikan kontribusi teori serta meningkatkan model pendidikan digital yang inovatif, dan jadi acuan praktis untuk para guru dalam merancang pengajaran fisika yang bermutu di sekolah.

## METODE

Jenis penelitian ini ialah eksperimen semu dengan desain riset *one way pretest- posttest nonequivalent control group design*. Populasi dalam riset ini terdiri dari siswa kelas X SMA Negeri 4 Singaraja. Prosedur pengambilan sampel yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan simple randomize sampling dengan 2 kelompok yang digunakan ialah kelompok eksperimen serta kelompok kontrol. Kelas eksperimen menerapkan model pendidikan inkuiri terbimbing dengan bantuan PhET, sedangkan kelas kontrol memakai pendekatan pembelajaran konvensional. Penelitian ini mangulas tentang gerak parabola. Desain penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

- $O_1$  : Pengamatan awal pengetahuan pada kelas eksperimen sebelum diberikan perlakuan
- $X_1$  : Perlakuan pada kelas eksperimen berupa diajarkan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan PhET.
- $O_2$  : Pengamatan keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan.
- $O_3$  : Pengamatan pengetahuan awal pada kelas kontrol sebelum diberikan perlakuan
- $X_2$  : Perlakuan pada kontrol berupa diajarkan dengan model pembelajaran konvensional.
- $O_4$  : Perlakuan pengamatan keterampilan berpikir kritis pada kelas kontrol setelah diberikan perlakuan

Instrumen penelitian yang diterapkan adalah tes yang bertujuan mengukur kemampuan berpikir kritis siswa; yaitu, tes jenis esai yang dirancang untuk menilai kemampuan penalaran kritis siswa dalam mata pelajaran fisika. Data dikumpulkan dengan memberikan tes untuk menilai keterampilan berpikir kritis siswa pada *pretest* dan *posttest*. Indikator berpikir kritis dalam studi ini berlandaskan pada indikator yang diungkap oleh (Ennis, 2016) yang mencakup: (1) identifikasi masalah, (2) memberikan argumen, (3) analisis deduktif, (4) analisis induktif, (5) evaluasi, dan (6) pengambilan keputusan serta pelaksanaan. Instrumen tersebut dibuat berbentuk soal uraian, disertai dengan kunci jawaban dan rubrik penilaian untuk menjamin objektivitas penilaian. Tahap pengujian dilakukan untuk menilai mutu item tes, termasuk analisis konsistensi internal, indeks diskriminan, tingkat kesulitan, dan keandalan. Analisis yang dilakukan melalui SPSS 30 untuk Windows memperoleh koefisien reliabilitas  $\alpha = 0,886$ , yang tergolong dalam kategori "tinggi". Data yang diperoleh dari penelitian dianalisis dengan metode analisis

deskriptif serta analisis kovarians (ANAKOVA) untuk menguji hipotesis, setelah memenuhi prasyarat uji normalitas, homogenitas, dan linearitas. Seluruh analisis dilaksanakan dengan menggunakan SPSS 30 untuk Windows.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Temuan penelitian ini didapat dari data keterampilan berpikir siswa melalui tes *pretest* dan *posttest* di kelas eksperimen serta kelas kontrol. Data yang ditelaah mencakup nilai terendah, tertinggi rata-rata, dan standar deviasi untuk setiap kelompok perlakuan. Hasil analisis deskriptif memberikan gambaran umum tentang keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah perlakuan, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil belajar Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Statistik	Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET		Model Konvensional	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Jumlah sampel	34	34	36	36
Nilai tertinggi	30,00	92,50	32,50	70,00
Nilai terendah	15,00	72,50	15,00	45,00
Rata-rata nilai	23,46	82,57	22,78	57,64
Standar deviasi	3,84	5,27	5,13	6,74

Merujuk pada Tabel 1, jumlah sampel di kelas eksperimen adalah 34 siswa, sedangkan di kelas kontrol sebanyak 36 siswa. Nilai rata-rata pretest kelas eksperimen sebesar 23,46 dan kelas kontrol sebesar 22,78, menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok relatif setara dan berada pada kategori sangat rendah. Setelah perlakuan, kedua kelompok mengalami peningkatan rata-rata, namun kelas eksperimen menunjukkan peningkatan lebih tinggi dengan nilai posttest 82,57 dibandingkan 57,64 pada kelas kontrol. Secara deskriptif, data ini mengindikasikan bahwa model inkuiri terbimbing berbantuan PhET lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan model konvensional.

Untuk memastikan kelayakan analisis lebih lanjut, dilakukan pengujian terhadap asumsi statistik yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data pretest dan posttest pada kedua kelompok memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (Sig. > 0,05), sehingga data dinyatakan berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

Model pembelajaran	Tests of Normality					
	<i>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> Shapiro-Wilk</i>					
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest Inkuiri Terbimbing berbantuan PhET	.136	34	.112	.948	34	.103
Konvensional	.120	36	.200*	.947	36	.086
Posttest Inkuiri Terbimbing berbantuan PhET	.116	34	.200*	.961	34	.257
Konvensional	.081	36	.200*	.967	36	.352

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi data telah memenuhi asumsi normalitas, sehingga analisis dapat dilanjutkan dengan uji parametrik. Selain itu, uji homogenitas memperlihatkan nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig. > 0,05), yang menandakan bahwa varians kedua kelompok bersifat homogen.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

	Test of Homogeneity of Variance				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
Pretest	Based on Mean	3,555	1	68	0,064
	Based on Median	3,282	1	68	0,074
	Based on Median and with adjusted df	3,282	1	66,235	0,075
	Based on trimmed mean	3,471	1	68	0,067
Posttest	Based on Mean	2,171	1	68	0,145

<i>Based on Median</i>	2,122	1	68	0,150
<i>Based on Median and with adjusted df</i>	2,122	1	64,334	0,150
<i>Based on trimmed mean</i>	2,189	1	68	0,144

Pemenuhan kedua asumsi itu memberikan landasan yang kokoh untuk melaksanakan pengujian hipotesis dengan analisis kovarian (ANKOVA). Uji statistik menunjukkan bahwa nilai signifikansi berada di bawah 0,05 (Sig. < 0,05), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 4. Hasil Uji ANAKOVA

<i>Tests of Between-Subjects Effects</i>					
<i>Dependent Variable: Posttes</i>					
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Corrected Model</i>	1808,169 <sup>a</sup>	2	904,084	176,019	0,001
<i>Intercept</i>	1339,318	1	1339,318	260,756	0,001
<i>Pretest</i>	68,728	1	68,728	13,381	0,001
<i>Model_Pembelajaran</i>	1613,269	1	1613,269	314,092	0,001
<i>Error</i>	344,131	67	5,136		
<i>Total</i>	56641,000	70			
<i>Corrected Total</i>	2152,300	69			

a. R Squared = 0,840 (Adjusted R Squared = 0,835)

Nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan dukungan PhET memberikan pengaruh yang berarti terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil ini menguatkan temuan deskriptif sebelumnya yang menunjukkan bahwa perbaikan hasil belajar di kelas eksperimen jauh lebih mencolok dibandingkan di kelas kontrol.

Secara konseptual, Model pembelajaran inkuiri terbimbing menuntun siswa untuk aktif terlibat dalam pembelajaran melalui tahapan mengamati, merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan eksperimen, hingga menarik kesimpulan. Dengan berpartisipasi aktif, siswa memperoleh kesempatan untuk meningkatkan keterampilan berpikir secara terstruktur dan kritis dalam menguasai konsep fisika.

Dalam penelitian ini, keterbatasan sarana laboratorium diatasi dengan penggunaan simulasi PhET sebagai alternatif praktikum. Melalui PhET, siswa tetap dapat melakukan eksplorasi variabel, menguji hipotesis, dan menganalisis fenomena fisika secara virtual. Dengan demikian, meskipun tidak seluruh kegiatan eksperimen dilakukan di laboratorium nyata, proses pembelajaran tetap memberikan pengalaman investigatif yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis.

Pemanfaatan media PhET memperkuat proses pembelajaran dengan menghadirkan simulasi interaktif yang mampu memvisualisasikan konsep fisika abstrak. Dalam penelitian ini, eksperimen tidak dilakukan di laboratorium nyata karena keterbatasan fasilitas, melainkan digantikan oleh simulasi PhET. Melalui simulasi tersebut, siswa tetap dapat melakukan percobaan secara virtual, mengeksplorasi variabel, menguji dugaan, serta menganalisis fenomena fisika secara langsung. Sehingga, meskipun praktikum dilaksanakan secara daring, keterampilan berpikir kritis seperti analisis, evaluasi, dan pengambilan kesimpulan tetap dapat berkembang dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing yang dipadukan dengan PhET lebih efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan pembelajaran konvensional, sehingga layak dijadikan strategi alternatif untuk meningkatkan mutu pembelajaran fisika.

Penelitian ini sejalan dengan temuan Sujanem *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan e-modul fisika yang didukung simulasi PhET dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA secara nyata. Nada *et al.* (2024) juga menegaskan bahwa PhET efektif dalam membantu siswa menghubungkan konsep abstrak dengan fenomena nyata melalui eksplorasi variabel dan analisis data. Penelitian Ardiyanti *et al.* (2021) menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih terbatas dalam pembelajaran tradisional, sehingga penerapan model inkuiri terbimbing berbantuan PhET menjadi strategi alternatif yang sesuai. Hasil penelitian ini tidak hanya didukung oleh analisis statistik, tetapi juga sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menekankan keberhasilan integrasi model inkuiri terbimbing dan media PhET dalam mengasah keterampilan berpikir kritis.

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model inkuiri terbimbing dengan dukungan PhET mampu secara nyata meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Disarankan agar pendidik memanfaatkan pendekatan inovatif yang berorientasi pada teknologi untuk memperbaiki mutu belajar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah memberikan dukungan serta sumbangan dalam menuntaskan riset ini. Secara khusus, penulis mengatakan terima kasih kepada dosen pembimbing atas panduan, tutorial, serta anjuran yang membangun sepanjang proses penelitian. Peneliti menyampaikan terimakasih kepada lembaga yang relevan yang sudah membagikan informasi serta data yang dibutuhkan, dan kepada seluruh pihak yang berkontribusi sehingga penelitian ini bisa dituntaskan dengan baik.

## REFERENSI

- Anggereni, S., Suhardiman, S., & Amaliah, R. (2021). Analisis Ketersediaan Peralatan, Bahan Ajar, Administrasi Laboratorium, Keterlaksanaan Kegiatan Praktikum di Laboratorium Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 414. <https://doi.org/10.20527/jipf.v5i3.3925>
- Ardiyanti, F., & Nuroso, H. (2021). Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas Xi Mipa Dalam Pembelajaran Fisika. *Karst : JURNAL PENDIDIKAN FISIKA DAN TERAPANNYA*, 4(1), 21–26. <https://doi.org/10.46918/karst.v4i1.945>
- Ennis, R. H. (2016). Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision. *Topoi*, 37(1), 165–184. <https://doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4>
- Fadillah, N., & Wahyudin, D. (2024). Analisis Pemahaman Guru Sekolah Dasar Terhadap Karakteristik Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(3), 1881–1891. <https://jipp.unram.ac.id/index.php/jipp/article/view/2367/1382>
- Fitriani, R. S., Puspitasari, T. O., & Melisa, D. (2020). Deskripsi Sikap Siswa Dalam Kesenangan Belajar Fisika Dan Ketertarikan Memeperbanyak Waktu Belajar Fisika Di Sman Batanghar. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, 4(1), 1–5. <https://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/article/view/4868/3194>
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PJBL (Project Based Learning) Terhadap Ketrampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis. *Inspiratif Pendidikan*, 3(1), 209–226. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v1i1.76>
- Nada, F. A., Taqiyya, B. Z., Wulandari, R., Anabila, C. N., & Firdaus, S. (2024). Penggunaan Phet Untuk Menghubungkan Konsep STEM dan Dinamika Sosial Sains dalam Kelas VI di SDN 4 Gambiran. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(02), 350–362. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/15230/7179>
- Pranata, O. D., Seprianto, S., Adelia, I., Darwata, S. R., & Noperta, N. (2022). Science Outreach at Madrasa Menggunakan Simulasi PhET (Physics Education Technology). *RANGGUK: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 02(02), 1–9.
- Prasetyo, M. B., & Rosy, B. (2021). Model Pembelajaran Inkuiri Sebagai Strategi Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(1), 109–120. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpap>
- Putrawangsa, S., & Hasanah, U. (2022). Analisis Capaian Siswa Indonesia Pada PISA dan Urgensi Kurikulum Berorientasi Literasi dan Numerasi. *Jurnal Studi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 1–12.
- Sujanem, R., & Suwindra, I. N. P. (2024). Efektivitas Bahan Ajar IPA Berbantuan PhET dalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Hots Siswa SMP. 163–170.
- 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. 12(2), 181–191.
- Widiastuti, N. L. G. K. (2021). E-Modul dengan Pendekatan Kontekstual pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(3), 435. <https://doi.org/10.23887/jipp.v5i3.37974>