

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN PBL-BL, PBL, DAN INKUIRI TERBIMBING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

A Comparative Study on the Effectiveness of PBL-BL, PBL, and Guided Inquiry on High School Students' Critical Thinking Skills

Dial Seroza Zalukhu^{1,*}, Ni Ketut Rapi², Luh Putu Budi Yasmin³, Putu Eka Setia Dewi⁴,
 Komang Trisna Dewi⁵

^{1,* 2, 3)} Universitas Pendidikan Ganesha

⁴SMA Negeri 1 Seririt, ⁵SMA Negeri 4 Singaraja

*) Email korespondensi: dial.seroza@undiksha.ac.id

Info Artikel: Abstract

Dikirim:
 24 Juni 2026
 Revisi:
 11 Juli 2026
 Diterima:
 14 Agustus 2026

Keyword:

Blended Learning, Critical Thinking, Guided Inquiry, Problem Based Learning

Kata Kunci:

Berpikir Kritis, Blended Learning, Inkuiri Terbimbing, Problem Based Learning

Critical thinking is an essential 21st-century competency, particularly in physics learning, yet Indonesian students' science literacy as reflected in PISA results remains among the lowest internationally, indicating persistently weak critical thinking skills. Teacher-centered physics instruction that emphasizes memorization over problem solving is considered a major contributing factor. This quasi-experimental study aimed to compare the effectiveness of the Problem Based Learning (PBL) model assisted by Blended Learning, the PBL model alone, and the Guided Inquiry model in improving students' critical thinking ability. A one-way pretest-posttest non-equivalent control group design was employed, involving 106 eleventh-grade students of SMA Negeri 1 Seririt selected through class-based simple random sampling from a population of 177 students (Standard Error Proportion = 3.03%). Critical thinking ability was measured with a 12-item essay test covering six Ennis indicators. Data were analyzed descriptively and through one-way analysis of covariance (ANCOVA) with pretest score as covariate, followed by Least Significant Difference (LSD) post-hoc analysis. Results showed a significant effect of learning model on students' critical thinking ability ($F^ = 50.122$; $p < 0.001$; partial $\eta^2 = 0.496$, large effect; adjusted $R = 0.672$). The PBL-assisted Blended Learning group achieved the highest estimated mean (76.99), followed by the PBL group (67.04) and the Guided Inquiry group (61.66), with significant pairwise differences among all groups ($p < 0.05$). These findings indicate that integrating digital technology into PBL through Blended Learning is more effective in enhancing physics critical thinking skills than either model used alone, so that this model is worth considering as an alternative approach for 21st-century physics instruction.*

Abstrak

Keterampilan berpikir kritis merupakan kompetensi abad yang penting dikuasai siswa, terutama dalam pembelajaran fisika, namun data PISA menunjukkan capaian literasi sains siswa Indonesia masih tergolong rendah, yang mengindikasikan lemahnya kemampuan berpikir kritis. Pembelajaran fisika konvensional yang berpusat pada guru dan menekankan hafalan diduga menjadi salah satu penyebab utama kondisi tersebut. Penelitian eksperimen semu ini bertujuan membandingkan efektivitas model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *Blended Learning*, model PBL, dan model *Inquiry* Terbimbing dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Desain penelitian yang digunakan adalah *one way pretest-posttest non-equivalent control group design* dengan 106 siswa kelas XI SMA Negeri 1 Seririt yang dipilih melalui simple random sampling berbasis kelas dari populasi 177 siswa ($SEP = 3,03\%$). Data dikumpulkan menggunakan tes esai berpikir kritis 12 butir berdasarkan enam dimensi Ennis, dianalisis secara deskriptif serta ANAKOVA satu jalur dengan kovariat skor pretest, dilanjutkan uji LSD. Hasil menunjukkan pengaruh signifikan model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa ($F^* = 50,122$; $p < 0,001$; partial $\eta^2 = 0,496$, kategori besar; adjusted $R = 0,672$), dengan kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* memperoleh rata-rata terestimasi tertinggi (76,99), diikuti PBL (67,04) dan *Inquiry* Terbimbing (61,66), yang seluruhnya berbeda signifikan satu sama lain, sehingga model ini layak dipertimbangkan sebagai alternatif pembelajaran fisika abad ke-21.

© 2026 STKIP Darud Da'wah wal Irsyad Pinrang

I. PENDAHULUAN

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut setiap individu memiliki kemampuan berpikir, kreatif, dan adaptif seiring pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Trilling & Fadel, 2009). Salah satu kompetensi utama yang harus dikuasai peserta didik agar mampu bersaing pada abad ke-21 adalah kemampuan berpikir kritis, terutama dalam pembelajaran sains seperti fisika (Ubaidillah *et al.*, 2023). Fisika berperan penting dalam membentuk pola pikir logis, sistematis, dan kritis siswa (Mitrevski, 2019), karena pembelajarannya menuntut pemahaman konsep dan penalaran ilmiah, bukan sekadar menghafal rumus. Namun, banyak siswa mengalami kesulitan memahami fisika akibat pendekatan pembelajaran yang kurang kontekstual dan belum merangsang pemikiran kritis (Benyamin *et al.*, 2021), sehingga siswa sulit menghubungkan konsep fisika dengan fenomena kehidupan sehari-hari dan berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis mereka (Ufairiah & Laksanawati, 2020).

Secara konseptual, kemampuan berpikir kritis merupakan proses penilaian yang bertujuan dan bersifat regulasi diri, yang menghasilkan interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi terhadap suatu permasalahan (Sternberg *et al.*, 2006), sehingga memungkinkan siswa menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan mengambil keputusan secara tepat (Facione, 2011; Ennis, 2011). Standar berpikir kritis tersebut turut berkaitan erat dengan kemampuan berpikir reflektif siswa, di mana individu dengan standar berpikir kritis yang baik cenderung lebih mampu merefleksikan proses berpikirnya sendiri (Egmir & Ocak, 2020).

Rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia turut ditunjukkan oleh data *Programme for International Student Assessment* (PISA). Pada tahun 2018, Indonesia berada di

peringkat 70 dari 78 negara dengan skor sains rata-rata 396 dari skor maksimum 590 (OECD, 2018), dan pada tahun 2022 skor tersebut turun menjadi 383 dari 561, atau turun 13 poin dibandingkan capaian tahun 2018 (OECD, 2023). Kondisi ini diperkuat oleh temuan Anisa *et al.* (2021) yang mengungkapkan bahwa rendahnya literasi dan kemampuan berpikir kritis menjadi penyebab utama tertinggalnya mutu pendidikan Indonesia dibandingkan negara lain. Lebih spesifik pada mata pelajaran fisika, Permata *et al.* (2019) dan Hidayati *et al.* (2022) menemukan bahwa kurangnya metode pembelajaran interaktif dan minimnya keterlibatan aktif siswa menjadi penyebab utama rendahnya kemampuan berpikir kritis, dengan Ramadhani & Marlina, (2023) melaporkan 35,91% siswa berada pada kategori rendah, sementara Arini & Juliadi, (2018) mencatat pencapaian indikator interpretasi berpikir kritis siswa hanya sebesar 71,19%. *Problem Based Learning* didefinisikan sebagai pembelajaran yang berlangsung melalui proses pemecahan atau pemahaman suatu masalah yang dihadapkan kepada siswa sejak awal proses belajar (Barrows & Tamblyn, 1981) dengan sintaks meliputi orientasi siswa pada masalah, mengorganisasi siswa untuk meneliti, membimbing investigasi individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Arends, 2012).

Problem Based Learning dipandang sebagai model yang berpotensi menjawab persoalan tersebut karena menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang memecahkan masalah nyata (Zakiyah *et al.*, 2023), meskipun penerapannya memerlukan waktu investigasi yang lebih panjang serta kompleksitas fasilitasi dan penilaian yang tidak ringan (Kamal Ahmad, 2024). *Blended learning* hadir sebagai strategi pendukung yang memberi keleluasaan akses materi dan diskusi secara daring maupun luring (Siardizal, 2023), dan terbukti secara empiris meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa fisika melalui pemanfaatan *WhatsApp* (Suana *et al.*, 2019) maupun *Google Classroom* dan *Zoom* (Wahyurini, 2022). Berbeda dengan penelitian Wulandari *et al.* (2024) yang membandingkan PBL literasi sains dengan pembelajaran konvensional, dan Haryadi *et al.* (2015) yang membandingkan perangkat literasi sains berbasis PBL dengan kelas kontrol biasa, penelitian ini membandingkan secara simultan tiga kelompok pembelajaran, yaitu PBL berbantuan *blended learning*, PBL tanpa *blended learning*, dan *Inquiry Terbimbing* sebagai pembanding, pada materi Suhu dan Kalor, dengan mengontrol kemampuan berpikir kritis awal siswa melalui analisis kovarian (ANAKOVA) satu jalur. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi PBL dan *Blended Learning* pada materi Suhu dan Kalor yang diuji secara simultan pada tiga kelompok pembelajaran dengan mengontrol kemampuan berpikir kritis awal siswa melalui ANAKOVA, serta menelaah pengaruhnya pada keenam dimensi berpikir kritis (Ennis, 2016) secara terpisah. Hal ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya hanya membandingkan dua kelompok belajar tanpa mengontrol kemampuan awal siswa secara statistik. Perbandingan tiga kelompok sekaligus ini penting secara teoritis karena memungkinkan pemisahan yang lebih jelas antara kontribusi model PBL itu sendiri dan kontribusi tambahan komponen *Blended Learning* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, sesuatu yang tidak dapat terungkap apabila penelitian hanya membandingkan dua kelompok.

Inquiry Terbimbing sendiri merupakan model pembelajaran yang mengarahkan siswa merancang sendiri prosedur penyelidikan untuk menjawab pertanyaan penelitian dengan bimbingan guru sepanjang proses penyelidikan berlangsung (Banchi, H., & Bell, 2008; Kuhlthau, 2010). Model ini umumnya diterapkan melalui tahapan yang meliputi identifikasi masalah, perumusan hipotesis, pengumpulan dan analisis data, hingga penarikan kesimpulan, dengan tingkat bimbingan guru yang lebih tinggi dibandingkan *inquiry* bebas. Guru berperan aktif menentukan topik penyelidikan dan memandu siswa merumuskan prosedur ilmiah, sehingga model

ini dinilai sesuai diterapkan pada siswa yang belum terbiasa melakukan penyelidikan ilmiah secara mandiri.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang belajar menggunakan model *Problem Based Learning* Berbantuan *Blended Learning*, siswa yang belajar menggunakan model *Problem Based Learning*, dan siswa yang belajar menggunakan model *Inquiry* Terbimbing. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang belajar menggunakan ketiga model pembelajaran tersebut pada materi Suhu dan Kalor, sekaligus membandingkan efektivitas ketiga model tersebut dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan desain *one way pretest-posttest non-equivalent control group design*, yang melibatkan dua kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol tanpa penempatan acak terhadap individu siswa. Kelompok eksperimen pertama diberi perlakuan model PBL Berbantuan *Blended Learning*, kelompok eksperimen kedua diberi perlakuan model PBL, dan kelompok kontrol diberi perlakuan model *Inquiry* Terbimbing. *Inquiry* Terbimbing dipilih sebagai kelompok kontrol karena merupakan model pembelajaran aktif yang lazim diterapkan pada mata pelajaran fisika di sekolah tempat penelitian, sehingga perbandingan yang diperoleh mencerminkan keunggulan PBL Berbantuan *Blended Learning* terhadap praktik pembelajaran aktif yang sudah familier bagi siswa, bukan sekadar dibandingkan dengan pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru. Perlakuan pada ketiga kelompok dilaksanakan dalam lima kali pertemuan dengan alokasi waktu yang sama (13 jam pelajaran), mengikuti sintaks masing-masing model pembelajaran. Pada kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning*, sesi tatap muka digunakan untuk tahapan orientasi masalah, investigasi kelompok, dan presentasi hasil, sedangkan sesi daring melalui *WhatsApp*, *Google Classroom*, dan *Zoom Meeting* dimanfaatkan untuk diskusi lanjutan, pengiriman materi dan LKPD, serta kuis evaluasi pada akhir setiap pertemuan.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 1 Seririt semester genap tahun pelajaran 2025/2026 yang terdistribusi pada 5 kelas dengan total 177 siswa. Sampel sebanyak 106 siswa dipilih menggunakan teknik *simple random sampling* berbasis kelas (Sugiyono, 2023), dengan kelas XI 2 dan XI 4 terpilih sebagai kelompok eksperimen dan kelas XI 6 sebagai kelompok kontrol. Representativitas sampel diuji melalui perhitungan *Standard Error Proportion* (SEP) pada Pers. (1).

$$SEP = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}} \sqrt{\frac{N-n}{N}} \quad (1)$$

dengan p merupakan proporsi sampel terhadap populasi, n jumlah sampel, dan N jumlah populasi (Rapi *et al.*, 2022). Hasil perhitungan diperoleh SEP sebesar 3,03% (< 5%) sehingga sampel dinyatakan representatif terhadap populasi penelitian. Distribusi jumlah sampel pada tiap kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Sampel Penelitian

Model Pembelajaran	Jumlah Siswa
PBL Berbantuan Blended Learning	34
Problem Based Learning (PBL)	36
Inquiry Terbimbing	36
Total	106

Instrumen penelitian berupa tes esai kemampuan berpikir kritis sebanyak 12 butir soal pada materi Suhu dan Kalor, yang disusun berdasarkan enam dimensi berpikir kritis menurut Ennis, (2016), yaitu merumuskan masalah, memberikan argumen, melakukan deduksi, melakukan induksi, melakukan evaluasi, serta memutuskan dan melaksanakan, sebagaimana disajikan pada Tabel 2 dan pedoman penskorannya pada Tabel 3. Instrumen divalidasi secara isi oleh dua ahli, yaitu satu dosen pembimbing dan seorang guru fisika, mengikuti prosedur validasi isi berbasis penilaian ahli (Santyasa, 2014). Validasi bersifat kualitatif berupa telaah kesesuaian butir soal dengan indikator, konstruksi bahasa, dan kejelasan soal; hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh 22 butir soal pada instrumen uji coba dinilai relevan dengan indikator dan jelas dari segi konstruksi bahasa oleh kedua ahli, tanpa ada butir yang ditolak, sehingga instrumen dinyatakan valid secara isi dan layak diujicobakan setelah direvisi sesuai masukan redaksional dari kedua ahli tersebut. Seluruh masukan dan rekomendasi perbaikan dari kedua ahli tersebut dipertimbangkan dan diimplementasikan dalam penyusunan ulang butir soal sebelum instrumen diujicobakan pada 74 siswa kelas XII-K dan XII-J SMA Negeri 4 Singaraja yang telah menerima materi Suhu dan Kalor. Tes uji coba terdiri atas 22 butir soal esai dengan alokasi waktu 90 menit, yang dianalisis konsistensi internal butir, indeks daya beda, indeks kesukaran, dan reliabilitasnya dengan bantuan *Microsoft Excel* dan SPSS. Dari 22 butir yang diujicobakan, 15 butir dinyatakan layak digunakan berdasarkan kriteria indeks daya beda, indeks kesukaran, dan konsistensi internal butir, sedangkan 7 butir dieliminasi karena tidak memenuhi kriteria tersebut; khusus pada dimensi merumuskan masalah (D1), 2 butir tidak memenuhi kriteria kelayakan sehingga dimensi ini pada instrumen akhir hanya diwakili oleh satu indikator.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dipilih 12 butir soal dari 15 butir yang layak, dengan mempertimbangkan kesesuaian alokasi waktu tes di sekolah (90 menit) untuk digunakan sebagai instrumen penelitian, dengan koefisien reliabilitas tes sebesar 0,748 (kategori tinggi) yang diestimasi menggunakan koefisien *Alfa Cronbach*, dipilih karena instrumen menggunakan penskoran non-dikotomi (rentang skor 0-4 per butir) sehingga formula KR-20 yang hanya berlaku untuk skor dikotomi (benar-salah) tidak sesuai digunakan pada instrumen ini. Setiap butir soal memiliki rentang skor 0-4 sehingga skor total berkisar antara 0-48, yang selanjutnya dikonversi ke dalam skala 0-100 menggunakan Penilaian Acuan Patokan (PAP) untuk keperluan analisis dan interpretasi hasil. Instrumen penelitian berupa tes esai kemampuan berpikir kritis sebanyak 12 butir soal pada materi Suhu dan Kalor, yang disusun berdasarkan enam dimensi berpikir kritis menurut Ennis, (2016), sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi dan Indikator Kemampuan Berpikir kritis

Dimensi KBK	Indikator
Merumuskan masalah	a) Merumuskan masalah sesuai narasi masalah b) Memformulasikan pertanyaan yang mengarahkan pada perolehan jawaban
Memberikan argumen	a) Memberikan argumen dengan alasan yang sesuai b) Menunjukkan persamaan dan perbedaan
Melakukan deduksi	a) Mendeduksi secara logis b) Menginterpretasikan pertanyaan
Melakukan induksi	a) Melakukan investigasi/pengumpulan data secara lengkap b) Membuat generalisasi dari data, tabel, atau grafik
Melakukan evaluasi	a) Memberikan solusi/saran sesuai masalah b) Memberikan alternatif solusi berdasarkan teori
Memutuskan dan melaksanakan	a) Memilih kemungkinan alternatif yang ada b) Menentukan kemungkinan solusi yang akan dilaksanakan berdasarkan teori

Skor pada setiap dimensi ditentukan berdasarkan tingkat keterpenuhan indikator yang dinilai, dengan rubrik penskoran berkisar antara 0 sampai 4, dengan kriteria penskoran yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rubrik Penskoran Kemampuan Berpikir Kritis

Skor	Kriteria
4	Kedua indikator pada dimensi KBK terpenuhi
3	Salah satu indikator terpenuhi
2	Kedua indikator ada, tetapi belum terpenuhi
1	Salah satu indikator ada, tetapi belum terpenuhi
0	Kedua indikator tidak ada/tidak terpenuhi

Prosedur penelitian meliputi observasi awal ke sekolah tempat penelitian, penyusunan instrumen dan perangkat pembelajaran, validasi dan uji coba instrumen, pemberian tes awal (*pretest*) pada ketiga kelompok, pelaksanaan pembelajaran sesuai perlakuan masing-masing kelompok, pemberian tes akhir (*posttest*), serta analisis data dan pengujian hipotesis.

Data dianalisis secara deskriptif untuk memaparkan nilai rata-rata dan standar deviasi, dengan skor dikonversi ke skala 0-100 menggunakan Penilaian Acuan Patokan (PAP) pada Pers. (2).

$$\text{Nilai} = (\text{Skor yang diperoleh} / \text{Skor maksimum}) \times 100 \quad (2)$$

Selanjutnya, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan analisis kovarian (ANAKOVA) satu jalur dengan kemampuan berpikir kritis awal siswa (*pretest*) sebagai kovariat, dengan bantuan SPSS 27 for Windows pada taraf signifikansi 5% (Santyasa, 2023). Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji asumsi meliputi uji normalitas *Shapiro-Wilk*, uji homogenitas varian *Levene's Test*, dan uji linearitas hubungan antara kovariat dengan variabel terikat. Apabila hasil ANAKOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, dilakukan uji lanjut *Least Significant Difference* (LSD) pada Pers. (3) untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar kelompok secara berpasangan.

$$LSD = t_{\alpha, N-a} \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (3)$$

dengan α taraf signifikansi, N jumlah sampel total, a jumlah kelompok, MSE *mean square error*, serta n_i dan n_j jumlah sampel masing-masing kelompok yang dibandingkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi umum hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis (KBK) siswa pada ketiga kelompok belajar disajikan pada Tabel 4.

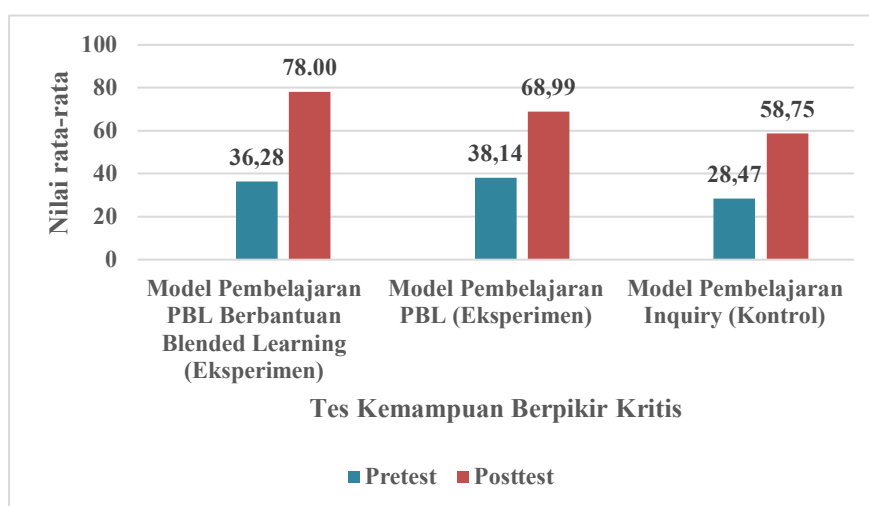
Tabel 4. Deskripsi Umum Hasil Penelitian

Statistik	PBL-BL <i>Pretest</i>	PBL-BL <i>Posttest</i>	PBL <i>Pretest</i>	PBL <i>Posttest</i>	<i>Inquiry Pretest</i>	<i>Inquiry Posttest</i>
N	34	34	36	36	36	36
Minimum	20,8	62,50	22,90	47,90	14,60	47,90
Maksimum	62,50	95,80	54,20	87,50	47,90	75,00
Mean	36,28	78,00	38,14	68,99	28,47	58,75
SD	8,98	7,47	8,67	8,38	8,12	6,65

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata KBK awal siswa (*pretest*) pada ketiga kelompok tergolong sangat rendah dan relatif setara, yaitu 36,28 pada kelompok PBL Berbantuan *Blended*

Learning, 38,14 pada kelompok PBL, dan 28,47 pada kelompok *Inquiry* Terbimbing. Setelah diberikan perlakuan, nilai rata-rata posttest ketiga kelompok meningkat, dengan kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* mencapai peningkatan tertinggi menjadi 78,00 (kualifikasi tinggi), diikuti kelompok PBL menjadi 68,99 (kualifikasi sedang), dan kelompok *Inquiry* Terbimbing menjadi 58,75 (kualifikasi sedang). Peningkatan tertinggi terjadi pada kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* sebesar 41,72 poin, sedangkan kelompok PBL dan *Inquiry* Terbimbing masing-masing meningkat sebesar 30,85 dan 30,28 poin, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 1.

Ditinjau dari sebaran kualifikasi individual, pada kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* sebesar 8,8% siswa berkategori sedang, 76,5% berkategori tinggi, dan 14,7% berkategori sangat tinggi pada *posttest*, tanpa ada siswa berkategori rendah maupun sangat rendah. Pada kelompok PBL, sebesar 8,3% siswa berkategori rendah, 47,2% berkategori sedang, 41,7% berkategori tinggi, dan 2,8% berkategori sangat tinggi. Sementara itu, pada kelompok *Inquiry* Terbimbing sebesar 38,9% siswa berkategori rendah, 58,3% berkategori sedang, dan 2,8% berkategori tinggi, tanpa ada siswa berkategori sangat tinggi maupun sangat rendah. Sebaran ini menegaskan bahwa peningkatan KBK pada kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* tidak hanya unggul secara rata-rata, tetapi juga lebih merata mencapai kualifikasi tinggi hingga sangat tinggi dibandingkan dua kelompok lainnya.



Gambar 1. Perbandingan Nilai Rata-rata KBK Siswa Sebelum dan Sesudah Perlakuan

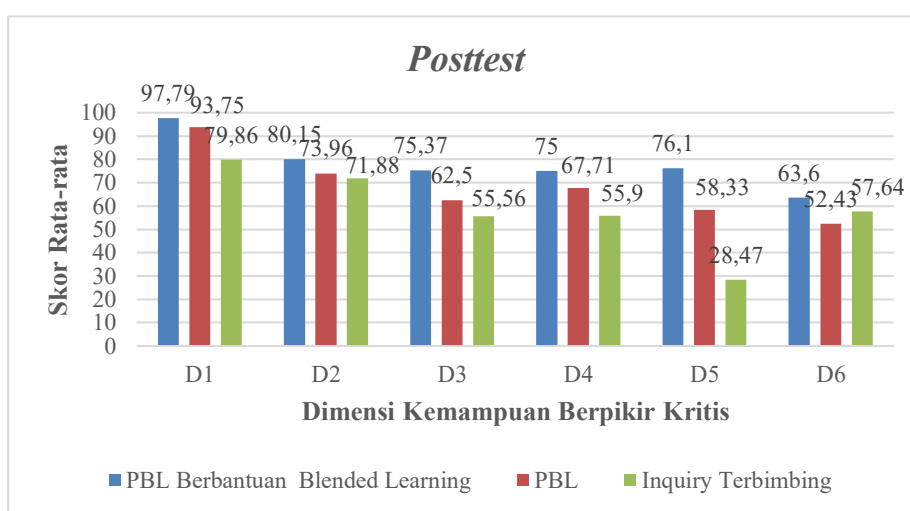
Pola peningkatan ini juga konsisten pada tingkat dimensi berpikir kritis. Nilai rata-rata KBK *posttest* siswa pada setiap dimensi untuk ketiga kelompok belajar disajikan pada Tabel 5. Sebelum perlakuan diberikan, nilai rata-rata KBK *pretest* pada setiap dimensi juga tergolong rendah dan relatif setara antar kelompok. Pada dimensi merumuskan masalah (D1) diperoleh nilai 54,04 (PBL Berbantuan *Blended Learning*), 52,42 (PBL), dan 38,89 (*Inquiry* Terbimbing); dimensi memberikan argumen (D2) sebesar 40,81; 46,53; dan 33,68; dimensi melakukan deduksi (D3) sebesar 26,10; 28,47; dan 23,26; dimensi melakukan induksi (D4) sebesar 48,53; 50,00; dan 36,46; dimensi melakukan evaluasi (D5) sebesar 18,01; 18,75; dan 11,46 sebagai dimensi dengan pencapaian *pretest* terendah; serta dimensi memutuskan dan melaksanakan (D6) sebesar 30,15; 32,69; dan 27,08. Perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* pada setiap dimensi tersebut divisualisasikan pada Gambar 2.

Tabel 5. Nilai Rata-rata KBK Posttest pada Setiap Dimensi

Kelompok	D1	D2	D3	D4	D5	D6
PBL Berbantuan <i>Blended Learning</i>	97,79	80,15	75,37	75,00	76,10	63,60
PBL	93,75	73,96	62,50	67,71	58,33	52,43
<i>Inquiry</i> Terbimbing	79,86	71,88	55,56	55,90	28,47	57,64

Keterangan: D1 = Merumuskan masalah; D2 = Memberikan argumen; D3 = Melakukan deduksi; D4 = Melakukan induksi; D5 = Melakukan evaluasi; D6 = Memutuskan dan melaksanakan.

Berdasarkan Tabel 5, dimensi merumuskan masalah (D1) tetap menjadi dimensi dengan pencapaian tertinggi pada seluruh kelompok, sedangkan dimensi memutuskan dan melaksanakan (D6) merupakan dimensi dengan pencapaian terendah. Kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* secara konsisten unggul pada seluruh dimensi dibandingkan dua kelompok lainnya, terutama pada dimensi melakukan evaluasi (D5) yang mencapai 76,10, jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok *Inquiry Terbimbing* yang hanya mencapai 28,47. Perbandingan nilai rata-rata KBK posttest pada setiap dimensi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Rata-rata KBK Posttest Siswa pada Setiap Dimensi

Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji asumsi ANAKOVA meliputi uji normalitas, homogenitas, dan linearitas. Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas Sebaran Data KBK (*Shapiro-Wilk*)

Kelompok	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PBL Berbantuan <i>Blended Learning</i>	0,961	34	0,259	0,950	34	0,119
PBL	0,960	36	0,219	0,956	36	0,162
<i>Inquiry Terbimbing</i>	0,961	36	0,226	0,947	36	0,086

Keterangan: Kolom *Statistic*, *df*, dan *Sig.* pada kelompok kolom pertama merupakan hasil uji *Shapiro-Wilk* untuk data *Pretest*; tiga kolom berikutnya merupakan hasil uji *Shapiro-Wilk* untuk data *Posttest*.

Seluruh nilai signifikansi pada Tabel 6 lebih besar dari 0,05 sehingga data *pretest* dan *posttest* ketiga kelompok berdistribusi normal, sehingga syarat uji statistik parametrik terpenuhi.

Uji homogenitas varian antar kelompok dilakukan terhadap data *pretest* dan *posttest* menggunakan *Levene's Test of Equality of Error Variance* berbantuan SPSS 27 for Windows, dengan kriteria data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Ringkasan hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas Data KBK

		<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
Pretest	<i>Based on Mean</i>	0,036	2	103	0,964
	<i>Based on Median</i>	0,028	2	103	0,972
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	0,028	2	99,395	0,972
	<i>Based on trimmed mean</i>	0,033	2	103	0,968
Posttest	<i>Based on Mean</i>	0,181	2	103	0,835
	<i>Based on Median</i>	0,209	2	103	0,812
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	0,209	2	94,64	0,812
	<i>Based on trimmed mean</i>	0,21	2	103	0,811

Berdasarkan Tabel 7, seluruh nilai signifikansi pada data *pretest* dan *posttest* lebih besar dari 0,05, baik dilihat dari *Based on Mean*, *Based on Median*, *Based on Median and with adjusted df*, maupun *Based on trimmed mean*, sehingga varian data *pretest* dan *posttest* antar ketiga kelompok belajar dinyatakan homogen dan lulus uji asumsi homogenitas.

Uji linearitas dilakukan untuk mengetahui hubungan antara keterampilan berpikir kritis awal (*pretest*) sebagai variabel kovariat dan keterampilan berpikir kritis akhir (*posttest*) sebagai variabel terikat. Rangkuman hasil uji linearitas disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Linearitas KBK

<i>Unit Analysis</i>	<i>Criteria</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Posttest * Pretest	<i>Between Groups</i> (Combined)	5801,666	20	290,083	3,765	<0,001
	<i>Linearity</i>	4552,256	1	4552,256	59,09	<0,001
	<i>Deviation from Linearity</i>	1249,409	19	65,758	0,854	0,639
	<i>Within Groups</i>	6548,363	85	77,04		
	<i>Total</i>	12350,029	105			

Berdasarkan Tabel 8, nilai *F* pada *Deviation from Linearity* sebesar 0,854 dengan signifikansi 0,639 ($> 0,05$), sehingga tidak terdapat penyimpangan nyata dari linearitas dan data keterampilan berpikir kritis awal siswa mempunyai hubungan linear dengan data keterampilan berpikir kritis akhir siswa. Nilai *F* pada *Linearity* sebesar 59,090 dengan signifikansi $< 0,001$ ($< 0,05$) menunjukkan bahwa hubungan antara *pretest* dan *posttest* bersifat linear dan berarti. Dengan terpenuhinya ketiga uji asumsi (normalitas, homogenitas, dan linearitas). Selain ketiga uji asumsi tersebut dilakukan pula uji homogenitas koefisien regresi (**homogeneity of regression slopes**) melalui ANAKOVA dengan menambahkan interaksi antara kelompok pembelajaran dan *pretest* ke dalam model. Hasil pengujian menunjukkan interaksi kelompok *pretest* tidak signifikan ($F = 0,107$; $p = 0,899 > 0,05$), yang berarti hubungan antara *pretest* dan *posttest* bersifat homogen (paralel) pada ketiga kelompok, sehingga asumsi ANAKOVA mengenai kesamaan koefisien regresi antar kelompok terpenuhi. Dengan terpenuhinya keempat uji asumsi (normalitas, homogenitas varian, linearitas, dan homogenitas koefisien regresi), analisis dilanjutkan dengan pengujian hipotesis menggunakan ANAKOVA satu jalur, yang hasilnya disajikan pada Tabel 9

Tabel 9. Hasil Uji ANAKOVA Satu Jalur Data KBK

<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Corrected Model	8417,280 ^a	3	2805,76	72,77	<0,001
Intercept	16040,322	1	16040,322	416,023	<0,001
Pretest	1917,026	1	1917,026	49,72	<0,001
Model Pembelajaran	3865,024	2	1932,512	50,122	<0,001
Error	3932,749	102	38,556		
Total	508318,43	106			
Corrected Total	12350,029	105			

a. R Squared = .682 (Adjusted R Squared = 0,672)

Tabel 9 menunjukkan bahwa variabel kovariat kemampuan berpikir kritis awal (*pretest*) berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis akhir siswa ($F^* = 49,720$; $p < 0,001$; partial $\eta^2 = 0,328$), sehingga penggunaan *pretest* sebagai kovariat sudah tepat untuk mengontrol perbedaan kemampuan awal antar kelompok. Pada baris model pembelajaran diperoleh $F^* = 50,122$ dengan signifikansi $< 0,001$ dan partial $\eta^2 = 0,496$ (kategori besar, dihitung dari SS Model Pembelajaran dibagi jumlah SS Model Pembelajaran dan SS Error pada Tabel 9), yang berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima, yaitu terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis yang signifikan antara siswa yang belajar dengan model PBL Berbantuan *Blended Learning*, PBL, dan *Inquiry* Terbimbing. Nilai adjusted R squared sebesar 0,672 menunjukkan bahwa 67,2% variasi kemampuan berpikir kritis akhir siswa dijelaskan oleh perbedaan model pembelajaran, sedangkan sisanya 32,8% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian ini.

Oleh karena hasil ANAKOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, dilakukan uji lanjut LSD untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar kelompok, disajikan pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Nilai Rata-rata Terestimasi KBK Siswa

Model Pembelajaran	Mean	Std. Error
PBL Berbantuan <i>Blended Learning</i>	76,987	1,075
PBL	67,037	1,071
<i>Inquiry</i> Terbimbing	61,661	1,114

Tabel 11. Perbedaan Nilai Rata-rata KBK Antar Kelompok (Uji LSD)

Perbandingan Kelompok	Mean Difference	Sig.
PBL Berbantuan <i>Blended Learning</i> vs PBL	9,950*	<0,001
PBL Berbantuan <i>Blended Learning</i> vs <i>Inquiry</i> Terbimbing	15,326*	<0,001
PBL vs <i>Inquiry</i> Terbimbing	5,376*	0,001

Berdasarkan Berdasarkan Tabel 10, nilai rata-rata terestimasi tertinggi diperoleh kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* sebesar 76,987 (95% CI: 74,86-79,12), diikuti kelompok PBL sebesar 67,037 (95% CI: 64,91-69,16), dan kelompok *Inquiry* Terbimbing sebesar 61,661 (95% CI: 59,45-63,87), yang dihitung berdasarkan galat baku pada Tabel 10 dengan derajat bebas galat 102. Ketiga rentang interval tersebut tidak saling tumpang tindih, yang menguatkan bahwa perbedaan rata-rata antar kelompok bersifat konsisten dan bukan disebabkan oleh kebetulan sampel. Hasil uji LSD pada Tabel 11 menunjukkan seluruh perbandingan berpasangan signifikan ($p < 0,05$): kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* berbeda signifikan dengan PBL ($\Delta\mu = 9,950$; $p < 0,001$) dan dengan *Inquiry* Terbimbing ($\Delta\mu = 15,326$; $p < 0,001$), sementara kelompok PBL juga berbeda signifikan dengan *Inquiry* Terbimbing ($\Delta\mu = 5,376$; $p = 0,001$). Dengan demikian, ketiga kelompok pembelajaran memiliki kemampuan berpikir kritis yang berbeda secara signifikan satu sama lain, dengan urutan efektivitas: PBL Berbantuan *Blended Learning* > PBL > *Inquiry* Terbimbing

Keunggulan model PBL Berbantuan *Blended Learning* juga tampak jelas apabila ditinjau dari perkembangan setiap dimensi keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Suhu dan Kalor. Dimensi merumuskan masalah (D1) berkembang ketika siswa dihadapkan pada fenomena kontekstual, misalnya mengapa es pada piring logam mencair lebih cepat dibandingkan es pada piring plastik, atau bagaimana proses perpindahan kalor antara air panas dan air dingin dalam sebuah bejana hingga keduanya mencapai kesetimbangan termal; dari fenomena tersebut siswa dilatih merumuskan pertanyaan ilmiah yang dapat diselidiki. Dimensi memberikan argumen (D2) berkembang misalnya saat siswa diminta menjelaskan mengapa bangku besi terasa lebih panas pada siang hari namun lebih dingin pada malam hari dibandingkan bangku kayu; siswa dituntut

memberikan argumen ilmiah berdasarkan konsep kalor jenis dan daya hantar kalor kedua bahan. Dimensi melakukan deduksi (D3) tampak ketika siswa menerapkan rumus konversi suhu Celsius ke Fahrenheit untuk menilai kebenaran suatu pernyataan, misalnya mengevaluasi klaim bahwa 60°C setara dengan 140°F.

Dimensi melakukan induksi (D4) berkembang ketika siswa mengamati data pertambahan panjang beberapa jenis logam (tembaga, besi, aluminium, perunggu, dan nikel) pada berbagai suhu, kemudian menarik kesimpulan umum mengenai hubungan antara jenis logam, kenaikan suhu, dan besar pemuaian. Dimensi melakukan evaluasi (D5) muncul ketika siswa diminta menilai kebenaran kesimpulan seorang tokoh dalam soal mengenai perbandingan skala dua termometer yang tidak identik, sehingga siswa harus mengevaluasi apakah generalisasi proporsional tersebut valid berdasarkan data suhu acuan yang diberikan. Dimensi memutuskan dan melaksanakan (D6) berkembang saat siswa menentukan dan menjelaskan keputusan ilmiahnya, misalnya menentukan air milik siapa yang membutuhkan kalor lebih besar ketika dua orang memanaskan air dengan jenis dan kenaikan suhu yang sama namun massa berbeda, berdasarkan persamaan kalor $Q = mc\Delta T$. Melalui rangkaian permasalahan kontekstual tersebut, siswa pada kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* memperoleh kesempatan lebih luas untuk melatih keenam dimensi keterampilan berpikir kritis secara sistematis, baik pada sesi tatap muka maupun sesi daring, sehingga capaian pada seluruh dimensi lebih tinggi dibandingkan kelompok PBL maupun *Inquiry Terbimbing* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa integrasi *Blended Learning* ke dalam model PBL memberikan nilai tambah signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dibandingkan penerapan PBL tanpa dukungan teknologi maupun model *Inquiry Terbimbing*. Hal ini sejalan dengan meta-analisis Antoni *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa fisika umumnya masih rendah sebelum mendapat perlakuan pembelajaran yang tepat, serta penelitian Habibah *et al.* (2022) yang menemukan bahwa PBL berbasis *Blended Learning* berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis karena memungkinkan siswa berdiskusi dan bertukar informasi dari berbagai sumber digital secara fleksibel. Mardhani *et al.* (2022) juga menegaskan bahwa keunggulan PBL terletak pada kemampuannya menciptakan pengalaman belajar autentik melalui pemecahan masalah kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa.

Keunggulan model PBL Berbantuan *Blended Learning* tidak terlepas dari landasan teori konstruktivisme, di mana siswa secara aktif membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman langsung dalam memecahkan masalah nyata (Ulya, 2024). Secara mekanistik, proses pemecahan masalah kontekstual pada tahapan orientasi dan investigasi PBL secara berulang melatih siswa merumuskan pertanyaan ilmiah (D1), menyusun argumen berbasis konsep (D2), menarik kesimpulan secara deduktif dan induktif (D3 dan D4), mengevaluasi kebenaran suatu solusi (D5), serta memutuskan tindakan berdasarkan bukti (D6), sehingga keenam dimensi berpikir kritis berkembang secara simultan, sejalan dengan prinsip konstruktivisme bahwa pengetahuan dibangun siswa secara aktif melalui pengalaman memecahkan masalah, bukan diterima secara pasif dari penjelasan guru. Komponen *Blended Learning* memberi nilai tambah karena memungkinkan siswa mengakses materi kapan saja dan di mana saja (Hrastinski, 2019; Cronje, 2020) sehingga siswa memiliki lebih banyak waktu untuk mendalami konsep fisika di luar jam pelajaran tatap muka. Kombinasi pembelajaran tatap muka yang berpusat pada pemecahan masalah dengan pembelajaran daring yang fleksibel inilah yang menjadikan model ini lebih efektif dibandingkan model PBL konvensional maupun *Inquiry Terbimbing*.

Sementara itu, kelompok *Inquiry Terbimbing* tetap mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis meskipun tidak setinggi dua kelompok lainnya. Eka & Mardiyanti (2022) menyatakan bahwa efektivitas *Inquiry Terbimbing* sangat bergantung pada seberapa besar kebebasan yang diberikan kepada siswa dalam proses penyelidikan, sedangkan Sarifah & Nurita,

(2023) menekankan bahwa model ini lebih optimal apabila dikombinasikan dengan media pembelajaran yang lebih variatif. Dalam penelitian ini, keterbatasan *Inquiry* Terbimbing yang dilaksanakan sepenuhnya secara tatap muka membuat siswa memiliki akses sumber belajar dan kesempatan diskusi yang lebih terbatas dibandingkan kelompok yang mendapatkan dukungan *Blended Learning*.

Perlu dicermati bahwa dimensi memutuskan dan melaksanakan (D6) tetap menjadi dimensi dengan capaian terendah pada seluruh kelompok, termasuk pada kelompok PBL Berbantuan *Blended Learning* yang unggul pada dimensi lain. Kondisi ini diduga terjadi karena D6 menuntut siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memilih dan mempertanggungjawabkan satu keputusan ilmiah dari beberapa alternatif solusi yang tersedia, sebuah keterampilan tingkat tinggi yang baru berkembang optimal setelah siswa terbiasa melalui latihan berulang, sementara durasi perlakuan pada penelitian ini relatif singkat (lima pertemuan). Temuan ini agak berbeda dengan hasil Habibah *et al.* (2022) yang melaporkan peningkatan yang relatif merata pada seluruh indikator berpikir kritis setelah penerapan PBL berbasis *Blended Learning*; perbedaan ini diduga terkait dengan karakteristik materi Suhu dan Kalor pada penelitian ini yang menuntut pengambilan keputusan berbasis perhitungan kuantitatif (misalnya persamaan $Q = mc\Delta T$), sehingga tetap menyisakan tantangan tersendiri pada dimensi D6 meskipun secara keseluruhan model PBL Berbantuan *Blended Learning* tetap unggul dibandingkan dua kelompok lainnya.

Temuan ini memberikan implikasi bahwa integrasi teknologi digital melalui *Blended Learning* ke dalam model PBL merupakan langkah inovatif yang layak dipertimbangkan guru fisika untuk mengurangi pembelajaran yang berpusat pada guru dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara lebih optimal, khususnya pada materi yang menuntut pemahaman konsep dan penalaran ilmiah seperti Suhu dan Kalor, sejalan dengan tuntutan kompetensi abad ke-21.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis yang signifikan antara siswa yang belajar menggunakan model *Problem Based Learning* Berbantuan *Blended Learning*, model *Problem Based Learning*, dan model *Inquiry* Terbimbing pada materi Suhu dan Kalor, dengan model PBL Berbantuan *Blended Learning* terbukti paling efektif, diikuti model PBL, dan model *Inquiry* Terbimbing sebagai yang paling rendah keefektifannya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (rincian statistik uji hipotesis disajikan pada bagian Hasil dan Pembahasan).

Temuan ini berimplikasi bahwa integrasi *Blended Learning* ke dalam model PBL dapat menjadi alternatif strategis bagi guru fisika untuk mengurangi pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher centered*) sekaligus mendorong siswa membangun pengetahuannya secara aktif, baik melalui tatap muka maupun pembelajaran daring. Keterbatasan penelitian ini terletak pada cakupan sampel yang hanya melibatkan satu sekolah serta satu pokok bahasan fisika (Suhu dan Kalor), sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan sampel, mengujicobakan model ini pada materi fisika yang berbeda, serta mengkaji dimensi keterampilan lain seperti kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kreatif agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas model PBL Berbantuan *Blended Learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, A. R., Ipungkarti, A. A., & Saffanah, K. N. (2021). Pengaruh kurangnya literasi serta kemampuan dalam berpikir kritis yang masih rendah dalam pendidikan di Indonesia. *Conference Series Journal*, 01(01), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/crecs.v1i1.32685>

- Antoni, A. M., Hidayat, F., & Khatimah, H. (2021). Meta analisis pengaruh model inkuiri terbimbing pada mata pelajaran fisika terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 135–141. <https://doi.org/https://doi.org/10.24114/jpf.v10i2.29361>
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Arini, W., & Juliadi, F. (2018). Analisis kemampuan berpikir kritis pada mata pelajaran fisika untuk pokok bahasan vektor siswa kelas X SMA Negeri 4 Lubuklinggau, Sumatera Selatan. *Berkala Fisika Indonesia*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.12928/bfi-jifpa.v10i1.9485>
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1981). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. Springer Publishing Company.
- Benyamin, B., Qohar, A., & Sulandra, I. M. (2021). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa SMA kelas X dalam memecahkan masalah SPLTV. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(02), 909–922. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.574>
- Cronje, J. C. (2020). Towards a new definition of blended learning. *Electronic Journal of E-Learning*, 18(2), 114–135. <https://doi.org/10.34190/EJEL.20.18.2.001>
- Egmir, E., & Ocak, I. (2020). The relationship between teacher candidates' critical thinking standards and reflective thinking skills. *International Journal of Progressive Education*, 16(3), 156–170. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.248.12>
- Eka, N., & Mardiyanti, A. (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), 328–339. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/jipf/article/view/5281/pdf>
- Ennis, R. (2011). Critical thinking: Reflection and perspective Part I. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 26(1), 4–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.5840/inquiryctnews20112613>
- 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>
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. In *insight assessment* (Revised (2). Insight Assessment. <https://www.insightassessment.com/CT-Resources/Teaching-For-and-About-Critical-Thinking/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts-PDF>
- Habibah, F. N., Setiadi, D., Bahri, S., & Jamaluddin, J. (2022). Pengaruh model problem based learning berbasis blended learning terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI di SMAN 2 Mataram. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2b), 686–692. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2b.603>
- Haryadi, E. F., Andreas, P., & Retnoningsih, A. (2015). Desain pembelajaran literasi sains berbasis problem based learning dalam membentuk keterampilan berpikir kritis siswa. *JISE (Journal of Innovative Science Education)*, 4(2), 1–7. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Hidayati, R., Makhrus, M., & Sutrio. (2022). Kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika materi getaran harmonik dengan pendekatan saintifik. *Kappa Journal*, 6(2), 258–268. <https://doi.org/https://doi.org/10.29408/kpj.v6i2.6994>
- Kamal Ahmad, A. (2024). Kurikulum merdeka dalam studi kasus pbl: penerapan, kendala, dan solusi (The independent curriculum in a pbl case study: implementation, challenges, and solutions). *Journal of Mathematics Learning Innovation (Jmli)*, 3(1), 16–28.
- Kuhlthau, C. C. (2010). Guided inquiry: School libraries in the 21st century. *School Libraries*

Worldwide, 16(1), 1–12.

- Mardhani, S. D. T., Haryanto, Z., & Hakim, A. (2022). Penerapan model problem based learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 206–213. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i2.21325>
- Mitreviski, B. (2019). Teaching critical thinking and problem solving in physics. *AIP Conference Proceedings*, 2075(December). <https://doi.org/10.1063/1.5091398>
- OECD. (2018). *PISA 2018 insight nad interpretations*. <https://www.oecd.org/termsandconditions>
- OECD. (2023). *PISA*. <https://www.oecd.org/>
- Permata, A. R., Muslim, M., & Suyana, I. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa sma pada materi momentum dan impuls. *Prosiding Seminar Nasional Fisika, VIII*, SNF2019-PE-9–16. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.02>
- Ramadhani, A., & Marlina, L. (2023). Analisis hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gerak parabola. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, 10, 29–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.19109/jifp.v7i1.16568>
- Rapi, N. K., Suastra, I. W., Arjana, I. G., & Widiarini, P. (2022). *BUKU STATISTIK baru*.
- Santyasa, I. . (2023). *Metodologi penelitian pendidikan*. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Santyasa, I. W. (2014). Asesmen dan evaluasi pembelajaran fisika. *Graha Ilmu*, 4(1), 64–75.
- Sarifah, F., & Nurita, T. (2023). Implementasi model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi. *PENSA E-JURNAL: Pendidikan Sains*, 11(1), 22–31. <https://doi.org/10.26740/pensa.v11i1.46474>
- Siardizal. (2023). Hubungan pemahaman teaching factory dan employability skills terhadap self efficacy serta dampaknya pada kesiapan technopreneurship di era digitalisasi siswa SMKN di Kota Malang. *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 166–175. <https://doi.org/10.24036/javit.v3i3.161>
- Sternberg, R. J., Roediger, H. L., & Halpern, D. F. (2006). *Critical thinking in psychology*. Cambridge University Press.
- Suana, W., Raviany, M., & Sesunan, F. (2019). Blended learning berbantuan whatsapp: pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 5(2), 37–45. <https://doi.org/10.30870/gravity.v5i2.4990>
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (2nd ed.). ALFABETA.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills – Learning For Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Ubaidillah, M., Hartono, Marwoto, P., Wiyanto, & Subali, B. (2023). How to improve critical thinking in physics learning? a systematic literature review. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 2023(28), 161–187. <https://doi.org/10.7358/ecps-2023-028-ubai>
- Ufairiah, Q. R., & Laksanawati, W. D. (2020). Identifikasi masalah kemampuan berpikir kritis siswa guna mengetahui pengaruh model dan pendekatan pembelajaran. *Jurnal UNSIQ*, 2(1), 75–82. <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/semnaspf/article/view/1378>
- Ulya, Z. (2024). Penerapan teori konstruktivisme menurut jean piaget dan teori neuroscience dalam pendidikan. *Al-Mudarris: Journal of Education*, 7(1), 12–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.32478/vg1nnv56>

- Wahyurini, L. S. (2022). Penerapan model pembelajaran problem based learning dengan menggunakan media google clasroom dan zoom dalam meningkatkan hasil belajar fisika. *ACTION: Jurnal Inovasi Penelitian Tindakan Kelas Dan Sekolah*, 2(3), 237–243. <https://doi.org/10.51878/action.v2i3.1386>
- Wulandari, D., Dwikoranto, & Setiani, R. (2024). Pengaruh model problem based learning terintegrasi literasi sains untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik tingkat SMA. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 14(1), 1–5. <https://doi.org/10.26740/ipf.v14n1.p1-5>
- Zakiyah, R. E., Suryana, D., & Zulkarnaen, R. H. (2023). Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa menggunakan model pembelajaran problem based learning (pbl). *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1852–1861. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i3.5693>