
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14350

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	8

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14350

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14350

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Augmented Reality Problem Cards In Problem Based Learning Support Science Critical Thinking: Augmented Reality Problem Card Dalam Problem Based Learning Mendukung Berpikir Kritis IPA

Alya Sophia Ariyanti, alya.sopia.ariyanti@students.untidar.ac.id

Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tidar, Indonesia

Eko Juliyanto, ekojuliyanto@untidar.ac.id (*)

Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tidar, Indonesia

Rina Rahayu, rinarahayu@untidar.ac.id

Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tidar, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background Critical thinking constitutes an essential twenty-first-century competency enabling students to evaluate scientific data and resolve complex real-world scenarios. **Specific Background** Conventional teacher-centered instructional methods in Indonesia frequently restrict analytical development, prompting the need for student-centered Problem Based Learning methodologies. **Knowledge Gap** Although physical problem cards support contextual investigation, prior research rarely integrates three-dimensional Augmented Reality technology to overcome two-dimensional visualization constraints during middle school science instruction. **Aims** This study investigates the integration of Augmented Reality problem cards within a Problem Based Learning framework to develop critical thinking skills in junior high school science. **Results** A quasi-experimental study utilizing an independent sample t-test revealed significant cognitive differences ($p < 0.001$) between groups, with the experimental class achieving a medium N-Gain of 0.56 compared to the control group's low N-Gain of 0.29. The experimental group demonstrated substantial progression across analysis, evaluation, explanation, inference, and self-regulation metrics, though interpretation skills did not develop optimally. **Novelty** This research distinctly merges contextual problem-solving with interactive three-dimensional smartphone visualizations to concretize abstract scientific phenomena. **Implications** Educators should adopt these interactive multimedia frameworks to facilitate higher-order analytical competencies, while simultaneously providing adequate technological scaffolding to ensure optimal conceptual interpretation.

Highlights

- ♦ Augmented Reality problem cards provide interactive three-dimensional visualizations for abstract scientific phenomena.
- ♦ Problem Based Learning frameworks significantly develop student analytical evaluation and inference competencies.
- ♦ Successful multimedia integration requires adequate technological scaffolding to optimize conceptual interpretation.

Keywords

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14350

Problem Based Learning; Augmented Reality; Problem Card; Critical Thinking; Science Education

Published date: 2026-06-08

PENDAHULUAN

Keterampilan berpikir kritis kini dipandang sebagai komponen penting pendidikan abad ke-21, yang memungkinkan siswa untuk mengevaluasi dari berbagai sudut pandang, memeriksa data, dan mencapai kesimpulan berdasarkan logika dan fakta [1]. Keterampilan ini memungkinkan siswa untuk memahami ide-ide ilmiah yang sulit, mengembangkan teknik pemecahan masalah, dan menerapkan pengetahuan pada berbagai skenario dunia nyata, sehingga keterampilan berpikir kritis sangat penting dalam mata pelajaran sains [2]. Hal ini sejalan dengan laporan World Economic Forum (2023) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis akan menjadi kompetensi utama yang tidak terpisahkan dalam dunia kerja masa depan. Oleh karena itu, siswa dituntut untuk menumbuhkan High Order Thinking Skills (HOTS) yang mana berpikir kritis menjadi komponen inti [3].

Meskipun berpikir kritis dinilai penting, Berbagai penelitian telah mengungkapkan bahwa siswa Indonesia masih kurang memiliki kemampuan berpikir kritis. Berdasarkan hasil survey oleh Programme International Student Assessment (PISA, 2022) siswa Indonesia masih kekurangan dalam hal literasi sains dan kemampuan memecahkan masalah, (OECD, 2024). Hal tersebut mengisyaratkan bahwa masih banyak siswa masih kesulitan untuk mengimplementasikan konsep secara kontekstual, menarik kesimpulan logis, serta mengevaluasi argumen dengan fakta .

Berbagai studi penelitian mengungkapkan keterampilan berpikir kritis siswa yang rendah dipicu oleh metode belajar yang masih bersifat konvensional dan cenderung berfokus pada penghafalan daripada eksplorasi konsep [2]. guru sebagai fokus kegiatan pembelajaran, paradigma pembelajaran tradisional bersifat satu arah dan tidak memberi siswa kesempatan untuk mengembangkan kemampuan analitis dan persuasif mereka. Oleh sebab itu, penerapan model pembelajaran yang tepat sangat penting guna mengasah keterampilan berpikir kritis, sehingga siswa mempunyai bekal untuk memecahkan permasalahan kontekstual

Pendekatan pembelajaran yang disebut pembelajaran berbasis masalah (PBL) mendorong siswa untuk menemukan dan memecahkan tantangan. PBL menekankan partisipasi aktif siswa dalam pemecahan masalah, yang mendorong kemandirian dan kolaborasi (Hmelo-Silver, 2004). Model ini dinilai efektif karena menggunakan pendekatan berbasis masalah kontekstual disekitar siswa dalam pembelajarannya . Dalam penerapannya, siswa berpartisipasi aktif sebagai subjek pembelajaran yang mencari dan memproses pengetahuan, sementara guru berperan sebagai fasilitator dalam mengarahkan proses pembelajaran. Pendekatan ini umumnya disebut sebagai pembelajaran berpusat pada siswa, yang menempatkan siswa sebagai pusat proses pembelajaran [6]. Dengan penggunaan model PBL, diharapkan siswa akan merasa tertantang untuk menyelesaikan masalah, sehingga termotivasi untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran .

Meskipun PBL dianggap sebagai metode yang efisien dalam mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis, sejumlah temuan dari penelitian terdahulu ditemukan bahwa implementasinya dalam praktik masih belum maksimal. Menurut penelitian dan , guru seringkali kesulitan untuk menawarkan struktur permasalahan yang sesuai dengan kapasitas kognitif siswa [8], [9]. Hal tersebut mengakibatkan proses pemecahan masalah dalam PBL kurang efektif dan tujuan pembelajaran berpikir kritis tidak sepenuhnya tercapai . Selain itu, banyak siswa kesulitan mengenali masalah dan menghubungkannya dengan situasi nyata.

Berbagai tantangan yang dihadapi siswa dapat diatasi dengan tambahan sarana pembelajaran yang memadai, seperti media pembelajaran yang sesuai kondisi dan serta latar belakang siswa dan dapat menunjang pemahaman permasalahan yang lebih kompleks . Selain itu, pemilihan materi pendidikan harus sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diinginkan [9]. Arsyad (2020) menyatakan bahwa media pendidikan berfungsi sebagai alat bagi guru dan platform interaktif yang membantu siswa menjadi lebih termotivasi dan aktif terlibat dalam pendidikan mereka.

Salah satu media yang cocok diintegrasikan dengan model PBL adalah kartu masalah (Problem Card) [4]. Kartu masalah sebagai media pembelajaran berbentuk kartu 2D yang berisi permasalahan kompleks fenomena yang terjadi disekitar dan berhubungan dengan materi pelajaran. Penelitian oleh serta menyimpulkan bahwa belajar menggunakan kartu soal merupakan metode pengganti yang berguna untuk mengasah kemampuan berpikir kritis [11], [4].

Meskipun kartu masalah dianggap berguna dalam membantu PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, media ini masih memiliki kekurangan, terutama karena konten yang ditawarkan terbatas pada teks dan gambar dua dimensi. Akibatnya, siswa sering kesulitan membayangkan struktur, proses, atau fenomena yang dinamis. Visualisasi yang terbatas membuat siswa kesulitan memahami konteks permasalahan sehingga menurunkan peluang peningkatan berpikir yang optimal [12]. Oleh karena itu, diperlukan integrasi Augmented Reality (AR) dalam kartu masalah (Problem Card).

AR sebagai media pembelajaran yang memiliki kemampuan menggabungkan sesuatu bersifat nyata dan virtual secara simultan sehingga menampilkan visual tiga dimensi (3D) yang dapat dilihat dari layar smartphone pengguna [13]. Proses pembelajaran PBL yang menekankan masalah nyata dapat diimbangi dengan AR yang dapat meminimalisir terjadinya miskonsepsi

Meskipun model PBL dan media kartu masalah telah terbukti mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis, integrasi teknologi Augmented Reality dalam bentuk AR-Problem Card masih jarang dikaji secara empiris, khususnya dalam pembelajaran IPA. Selain itu, tidak ada bukti konkret bahwa PBL yang dibantu AR-Problem Card lebih unggul daripada strategi pengajaran tradisional dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP dalam sains. Penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada penerapan model PBL atau penggunaan media kartu masalah secara terpisah tanpa mengintegrasikan teknologi Augmented Reality yang mampu menyajikan visualisasi objek dan fenomena secara lebih

interaktif dan kontekstual. Selain itu, penelitian terdahulu lebih banyak menitikberatkan pada hasil belajar atau motivasi belajar siswa, sedangkan penelitian ini secara khusus mengkaji kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan PBL berbantuan AR-Problem Card pada pembelajaran IPA tingkat SMP.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan AR Problem Card yang mengintegrasikan masalah kontekstual dengan visualisasi 3D melalui smartphone, sehingga pembelajaran menjadi lebih konkret, interaktif, dan mendukung pengembangan berpikir kritis siswa.

Penelitian ini bertujuan membandingkan kemampuan berpikir kritis siswa yang belajar dengan metode konvensional dan PBL berbantuan AR-Problem Card. Hipotesis penelitian menyatakan bahwa PBL berbantuan AR-Problem Card lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dibandingkan pembelajaran konvensional.

METODE

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group*. Terdapat dua kelompok dalam penelitian ini yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Berikut adalah deskripsi desain penelitian.

Tabel 1. Desain Penelitian Kuasi Eksperimen (*pretest- posttest control group*)

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

O₁ dan O₃: Pengukuran kemampuan berpikir kritis sebelum perlakuan (pretest)

X₁: Perlakuan dengan model PBL berbantuan *AR-Problem Card*

X₂: Perlakuan dengan model pembelajaran konvensional

O₂ dan O₄: Pengukuran kemampuan berpikir kritis setelah perlakuan (posttest)

B. Waktu dan Tempat Penelitian.

Penelitian ini dilakukan di SMP Negeri 12 Magelang antara bulan Januari dan Februari tahun 2026.

C. Populasi dan Sampel.

Seluruh siswa kelas delapan di SMP Negeri 12 Magelang dimasukkan dalam populasi penelitian. Pengambilan sampel dengan teknik *purposive sampling* digunakan untuk memilih sampel penelitian. *Purposive sampling* adalah teknik memilih sampel berdasarkan kriteria tertentu [15]. Dalam penelitian ini, sampel dipilih dengan mempertimbangkan kelas yang setara dalam kemampuan awal siswa berdasarkan nilai ulangan harian.

D. Instrumen Pengumpulan Data.

Pengembangan instrumen diawali dengan penyusunan kisi-kisi berdasarkan enam indikator berpikir kritis yang merujuk pada Facione (2015), yang terdiri dari interpretasi, analisis, evaluasi, eksplanasi, penarikan kesimpulan, dan regulasi diri. Soal-soal ini dibuat dari materi dan dikontekstualisasikan pada sub materi gelombang transversal dan gelombang longitudinal IPA kelas 8 SMP.

Validitas isi instrumen diperoleh melalui expert judgement dari dua dosen ahli bidang pendidikan IPA dan 3 Guru IPA untuk mengetahui kelayakan isi dan kesesuaian dengan indikator pembelajaran menggunakan persentase kelayakan. Dengan persentase validitas rata-rata 80,67% dan rentang 61% hingga 80%, temuan validasi ahli menunjukkan bahwa instrumen tes berada dalam kategori valid dan memenuhi syarat untuk pengujian lebih lanjut dengan sedikit modifikasi. Kriteria interpretasi kelayakan validitas didasarkan pada Riduan (2015) [16], yang membaginya menjadi lima kategori pada Tabel 2:

Tabel 2. Kategori Uji Validitas

Skor	Kategori Validitas
81% - 100%	Sangat layak digunakan
61% - 80%	Layak digunakan
41% - 60%	Cukup layak
21% - 40%	Perlu perbaikan
0% - 20%	Tidak layak digunakan

Sumber: Riduan (2015)

Untuk menilai validitas dan reliabilitas item, instrumen tersebut kemudian diujicobakan pada kelas-kelas yang tidak termasuk dalam sampel penelitian. Validitas data kemudian dinilai di SPSS menggunakan Product Moment Correlation, dengan kriteria r terhitung $> r$ tabel pada tingkat signifikansi 0,05 [15]. Menurut temuan pengujian, sembilan dari dua belas item dianggap valid dan tiga dianggap tidak valid.

Item tes yang validitasnya telah dievaluasi kemudian diperiksa reliabilitasnya menggunakan koefisien Cronbach's Alpha, hasilnya adalah 0,87, yang dianggap sebagai validitas yang sangat tinggi. Dengan demikian, Instrumen penelitian ini layak untuk diterapkan dalam penelitian [17].

Tabel 3. Klasifikasi konsistensi instrumen koefisien cronbach's alpha

Skor	Kriteria
$0,00 \leq r \leq 0,20$	Tidak reliabel
$0,20 \leq r \leq 0,40$	Reliabilitas rendah
$0,40 \leq r \leq 0,60$	Reliabilitas sedang
$0,60 \leq r \leq 0,70$	Reliabel (Baik)
$0,80 \leq r \leq 1,00$	Sangat reliabel

Sumber: (Sugiyono, 2014)

E. Teknik Analisis Data

Program pengolahan data statistik SPSS kemudian digunakan untuk memeriksa data hasil tes kemampuan berpikir kritis dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, baik sebelum maupun setelah perlakuan. Tahapan analisis data dilakukan sebagai berikut:

Tahap pertama analisis dilakukan dengan analisis deskriptif guna mengetahui bagaimana gambaran umum siswa dilihat dari perolehan nilai pretest-posttest. Analisis ini ditujukan sebagai gambaran umum mengenai kecenderungan dan sebaran hasil belajar peserta didik.

Tahap kedua yaitu uji normalitas dan homogenitas sebagai uji prasyarat. Tujuan uji normalitas adalah untuk memastikan apakah distribusi data normal atau tidak. Karena ukuran sampel penelitian < 50 , metode Shapiro-Wilk digunakan untuk melakukan uji tersebut. Tingkat signifikansi (Sig.) dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Data dianggap terdistribusi normal jika nilai Sig. $> 0,05$. Sebaliknya, data tidak terdistribusi normal jika nilai Sig. $< 0,05$. Untuk memastikan apakah distribusi varians data antar kelompok seragam, penelitian kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan uji Levene. Jika nilai Sig. $> 0,05$, data dianggap homogen.

1. Uji Normalitas

Tabel 4. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok	df	Sig.	Keterangan
Pretest A	24	.231	Normal
Posttest A	24	.051	Normal
Pretest B	24	.253	Normal
Posttest B	24	.132	Normal

Berdasarkan tabel 4, hasil analisis SPSS menunjukkan bahwa distribusi seluruh data bersifat normal karena nilai uji Shapiro-Wilk (sig.) $> 0,05$.

2. Uji Homogenitas

Tabel 5. Levene Test

Kelompok	df	Sig.	Keterangan
Pretest Eks, vs Kontrol	46	.264	Homogen
Posttest Eks. Vs Kontrol	46	.025	Tidak Homogen

Berdasarkan tabel 5 Uji Levene, skor pretest kelompok eksperimen dan kelas kontrol memiliki tingkat signifikansi 0,264 ($> 0,05$), sehingga menunjukkan bahwa distribusi varians data bersifat homogen. Sementara itu, skor posttest atau hasil belajar setelah perlakuan memiliki ambang signifikansi 0,025 ($< 0,05$), yang menunjukkan bahwa distribusi data tidak seragam atau tidak homogen.

Tahap ketiga adalah pengujian hipotesis, jika data lolos dalam pengujian asumsi klasik, maka digunakan uji parametrik *Independent Sample T-test*, dengan tujuan melihat perbedaan signifikansi nilai terhadap masing-masing kelompok. Jika data tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan, maka diterapkan metode uji nonparametrik sebagai alternatif.

Analisis N-Gain (Normalized Gain) kemudian digunakan untuk memeriksa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebagaimana ditentukan oleh hasil posttest dari kedua kelas. Dengan menggunakan hasil pretest-posttest, perhitungan skor

N-Gain berupaya memberikan gambaran luas tentang peningkatan antara sebelum dan sesudah perlakuan. Rumus berikut digunakan untuk menentukan skor N-Gain:

$$g = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

Nilai N-Gain dari hasil analisis kemudian dikategorikan menggunakan standar berikut:

Tabel 6. Pembagian kategori skor N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

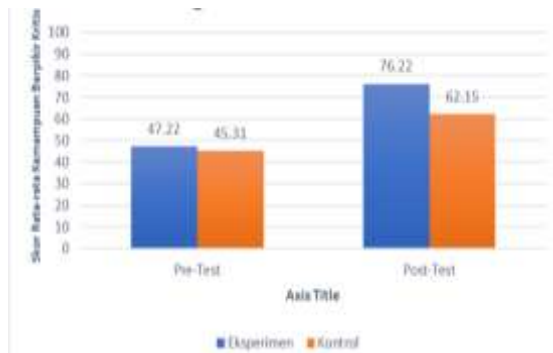
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis deskriptif hasil tes berpikir kritis kedua kelas digunakan untuk mendapatkan gambaran awal kemampuan berpikir kritis siswa. Nilai rata-rata untuk kelas eksperimen adalah 47,22, sedangkan nilai rata-rata untuk kelas kontrol adalah 45,31, berdasarkan hasil pengolahan data yang ditunjukkan pada Tabel 7. Perbedaan nilai rata-rata pretest yang relatif kecil menunjukkan bahwa kemampuan awal berpikir kritis siswa pada kedua kelompok berada pada tingkat yang hampir setara sebelum perlakuan diberikan. Kondisi ini penting untuk memastikan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis yang terjadi pada tahap akhir lebih dipengaruhi oleh perlakuan pembelajaran dibandingkan oleh perbedaan kemampuan awal peserta didik.

Tabel 7. Hasil Pretest dan Posttest

Kelas	N	Mean Pretest	Mean Posttest	Std Deviation
Eksperimen	24	47.22	76.22	25.14
Kontrol	24	45.31	62.15	17.85

Berdasarkan hasil pra-perlakuan mereka, Tabel 7 menunjukkan bahwa bakat awal kedua kelas penelitian relatif serupa. Skor rata-rata kelas eksperimen meningkat menjadi 76,22 setelah perlakuan, sedangkan skor rata-rata kelompok kontrol adalah 62,15. Akibatnya, dapat dikatakan bahwa siswa di kelas eksperimen mengalami kemajuan yang lebih besar dalam kemampuan mereka daripada siswa di kelompok kontrol. Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantuan AR-Problem Card memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran konvensional. Dalam pembelajaran berbasis masalah, siswa didorong untuk aktif menganalisis, mengevaluasi, dan menemukan solusi terhadap permasalahan kontekstual sehingga keterampilan berpikir kritis lebih terlatih selama proses pembelajaran berlangsung.



Gambar 1. Perbandingan Nilai kelas Eksperimen - Kontrol

Peningkatan kelas eksperimen berbeda secara signifikan, seperti yang terlihat pada grafik di Gambar 1. Hasil ini menyiratkan bahwa, dibandingkan dengan kelompok kontrol, perlakuan khusus yang diberikan kepada kelompok eksperimen memiliki efek yang jauh lebih besar pada pemikiran kritis. Visualisasi peningkatan skor pada grafik juga memperlihatkan bahwa siswa pada kelompok eksperimen mengalami perkembangan kemampuan berpikir kritis yang lebih konsisten setelah memperoleh pembelajaran menggunakan PBL berbantuan AR-Problem Card. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi model pembelajaran dan media interaktif dapat menciptakan keterlibatan belajar yang lebih tinggi dibandingkan metode pembelajaran biasa.

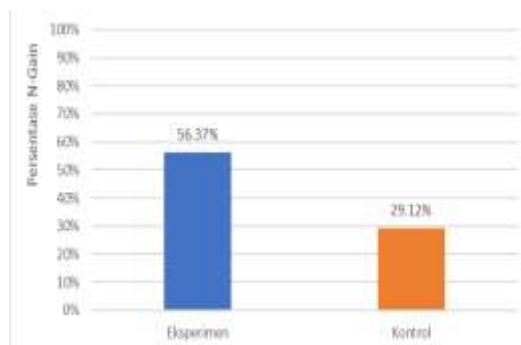
Data pertama kali diperiksa untuk homogenitas dan normalitas sebelum pengujian hipotesis dilakukan. Meskipun tidak semua data memenuhi asumsi homogenitas, hasil pengujian menunjukkan bahwa data memiliki distribusi varians normal. Akibatnya, uji t sampel independen digunakan untuk analisis posttest, dan nilainya diperoleh dari baris equal not assumed (Sugiyono, 2019). Tabel 8 menampilkan temuan analisis sebagai berikut:

Tabel 8. Uji Independent sample T-test

Kelompok	Sig (2-tailed)	Keterangan
Pretest	.581	Tidak adanya perbedaan signifikan
Posttest	<.001	Terdapat perbedaan yang signifikan

Menurut temuan pengujian pada Tabel 8, nilai sig. pada pretest adalah 0,581, yang berarti tidak ada perbedaan yang terlihat antara kemampuan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Setelah perlakuan, terdapat perbedaan yang sangat signifikan, seperti yang ditunjukkan oleh nilai sig. pada posttest yang kurang dari 0,001. Hasil ini memperkuat bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dipengaruhi oleh penerapan model PBL berbantuan AR-Problem Card. Signifikansi hasil posttest menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan mampu menciptakan perubahan kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional yang cenderung berpusat pada guru.

Perhitungan N-Gain yang digunakan untuk mengevaluasi variasi peningkatan di setiap kelas, merupakan langkah selanjutnya dalam analisis. Gambar 2 menampilkan temuan tersebut.



Gambar 2. Perbandingan N-Gain

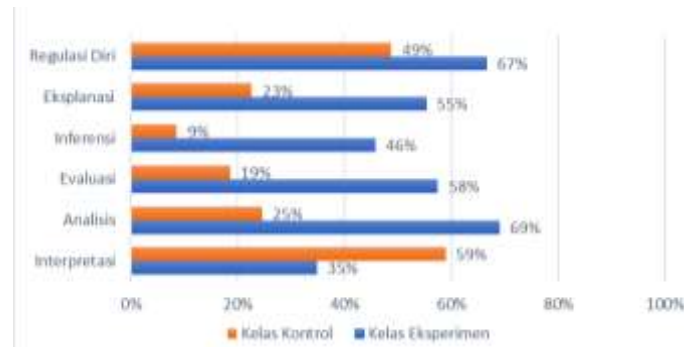
Peningkatan skor N-Gain pada kelompok eksperimen lebih tinggi daripada kelompok kontrol, menurut grafik hasil perhitungan N-Gain di atas. Skor N-Gain kelompok eksperimen adalah 0,56, menunjukkan kualifikasi sedang, sedangkan skor N-Gain kelompok kontrol adalah 0,29, menunjukkan kualifikasi rendah. Jika dibandingkan dengan mereka yang terus menggunakan pendekatan pembelajaran tradisional, yang menempatkan guru sebagai pusat proses pembelajaran, analisis perhitungan N-Gain mengungkapkan bahwa pembelajaran pada kelompok eksperimen yang menggunakan model PBL yang dilengkapi dengan media AR-Problem Card cenderung berkontribusi dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Nilai N-Gain kategori sedang pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa PBL berbantuan AR-Problem Card mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara cukup efektif. Sebaliknya, rendahnya N-Gain pada kelas kontrol mengindikasikan bahwa pembelajaran konvensional kurang mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Capaian kategori sedang pada kelas eksperimen diduga dipengaruhi oleh proses adaptasi siswa terhadap teknologi AR, keterbatasan perangkat, serta pengalaman penggunaan media yang masih terbatas. Selain itu, waktu penerapan yang relatif singkat menyebabkan pengembangan seluruh indikator berpikir kritis belum berlangsung secara optimal. Paradigma PBL dapat meningkatkan pemikiran kritis, sebagaimana dibuktikan oleh pengetahuan yang dikembangkan melalui partisipasi aktif siswa di kelas. Hal ini konsisten dengan teori konstruktivisme Jean Piaget, yang menyatakan bahwa pengetahuan dapat dikembangkan melalui pembelajaran berbasis pengalaman langsung. Selain itu, Lev Vygotsky mengemukakan dengan adanya interaksi dalam proses diskusi juga dapat mendukung perkembangan kognitif siswa (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978, dalam Dalam penelitian ini, melalui diskusi dan pemecahan masalah berbantuan AR-Problem Card, siswa membangun pengetahuan secara kolaboratif sehingga kemampuan berpikir kritis berkembang lebih optimal.

diawali dengan penyajian masalah matematis pada kartu masalah. Siswa menganalisis permasalahan tersebut dan mendiskusikan dalam kelompok untuk mengidentifikasi informasi yang relevan. Selanjutnya, siswa mengolah informasi tersebut untuk merumuskan solusi, yang diikuti dengan penyampaian hasil diskusi. Kegiatan ini melatih siswa untuk melakukan analisis, penilaian, serta menyusun kesimpulan secara mandiri [20]. Tahapan pembelajaran tersebut sejalan dengan karakteristik PBL yang menekankan proses investigasi dan penyelesaian masalah secara sistematis. Melalui kegiatan tersebut, siswa tidak hanya memahami konsep IPA secara teoritis, tetapi juga terbiasa menggunakan kemampuan berpikir logis dalam menghadapi permasalahan nyata.

Penggunaan media AR-Problem Card juga berperan membantu siswa dalam memahami konsep IPA. Informasi ini didasarkan pada teori pembelajaran multimedia Richard E. Mayer (2009), yang menyatakan bahwa penggunaan media yang menggabungkan komponen verbal dan visual telah terbukti meningkatkan hasil pembelajaran karena memungkinkan pemrosesan informasi melalui dua saluran kognitif sekaligus, sehingga memperkuat pemahaman siswa [21]. Menurut penelitian, kombinasi PBL dan AR dapat menyediakan gambar interaktif yang dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk membantu siswa memahami konsep konten sains abstrak [22]. Visualisasi tiga dimensi pada AR-Problem Card membantu siswa memahami konsep abstrak yang sulit diamati secara langsung melalui buku teks biasa. Dengan adanya tampilan visual yang lebih konkret dan interaktif, siswa lebih mudah menghubungkan konsep teoritis dengan fenomena nyata sehingga proses pemahaman konsep menjadi lebih mendalam.

Integrasi antara teknologi AR dan kartu masalah menghasilkan inovasi baru dalam dunia pendidikan [23]. AR membuat soal matematika lebih mudah dipahami. Selain itu, penyajian konsep yang lebih menarik dan realistis membuat lingkungan belajar menjadi lebih menyenangkan. Penggunaan AR dalam pembelajaran juga membantu siswa dalam mengeksplorasi masalah dan menganalisis permasalahan secara aktif yang memungkinkan terjadinya peningkatan berpikir kritis [24]. Lingkungan belajar yang interaktif dan menarik melalui AR juga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Ketika siswa merasa tertarik dan terlibat secara aktif dalam pembelajaran, mereka cenderung lebih fokus dalam menganalisis masalah dan mencari solusi, sehingga kemampuan berpikir kritis berkembang lebih baik.

Analisis peningkatan N-Gain diikuti oleh perhitungan N-Gain untuk setiap indikator yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peningkatan N-Gain setiap indikator.

Gambar 3 menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen untuk setiap indikator secara signifikan melampaui kinerja kelompok kontrol. Namun demikian, pada indikator interpretasi, kelas kontrol memiliki capaian yang lebih unggul. Temuan ini menunjukkan bahwa tidak semua indikator berpikir kritis berkembang secara merata melalui penerapan media AR. Faktor kesiapan teknologi, pengalaman belajar siswa, dan kemampuan adaptasi terhadap media baru dapat memengaruhi capaian pada setiap indikator kemampuan berpikir kritis.

Kemampuan interpretasi peserta didik ditunjukkan melalui kemampuan memberi makna, menafsirkan, serta memahami masalah [25]. N-Gain pada kelas eksperimen meningkat menjadi 0,35, sedangkan pada kelas kontrol meningkat menjadi 0,59. Temuan ini diduga dipengaruhi oleh proses adaptasi awal terhadap penggunaan AR-Problem Card serta keterbatasan kompatibilitas perangkat pada peserta didik, sehingga implementasi media belum berlangsung secara optimal pada seluruh kelompok. Selain itu, interpretasi tidak hanya berkaitan dengan memahami informasi visual, melainkan mencakup kemampuan menafsirkan dan menjelaskan makna terhadap informasi yang diterima. Meskipun media AR menyajikan visualisasi yang lebih konkret, penyajian informasi yang lebih terstruktur memungkinkan siswa untuk memahami konsep [26]. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan media AR-Problem Card memerlukan kesiapan perangkat dan scaffolding yang memadai [27]. Beberapa penelitian terdahulu menemukan bahwa pembelajaran yang berorientasi pada masalah maupun teknologi cenderung mengoptimalkan keterampilan analisis dan evaluasi dibandingkan interpretasi [28]. Selain itu, keterampilan berpikir kritis terdiri atas beberapa indikator yang tidak selalu berkembang secara merata dalam satu proses pembelajaran (Ennis, 2011; Mayer, 2009). Selama pelaksanaan pembelajaran, beberapa siswa pada kelas eksperimen terlihat masih memerlukan arahan guru dalam mengoperasikan fitur AR dan memahami hubungan antara visualisasi yang ditampilkan dengan konteks permasalahan pada kartu. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian siswa lebih fokus pada penggunaan media dibandingkan proses penafsiran informasi. Selain itu, keterbatasan perangkat pada beberapa peserta didik menyebabkan visualisasi AR tidak tampil secara optimal, sehingga memengaruhi kemampuan siswa dalam memahami makna dan konteks masalah secara menyeluruh. Fakta pelaksanaan pembelajaran ini memperkuat alasan bahwa rendahnya peningkatan indikator interpretasi tidak hanya disebabkan oleh dugaan teoritis, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi implementasi media di lapangan. Dengan demikian, guru perlu memberikan pendampingan yang lebih intensif pada tahap awal penggunaan AR agar siswa mampu memahami cara memanfaatkan media secara optimal, khususnya dalam menafsirkan informasi visual menjadi makna konseptual yang tepat.

Kemampuan siswa dalam mengevaluasi konsep, mengidentifikasi hubungan antar data, dan menganalisis ide untuk memahami struktur masalah diuji melalui indikator analisis [29]. Kelas eksperimen memperoleh skor N-Gain 0,69 yang mana lebih baik daripada capaian kelas kontrol sebesar 0,25. Dalam PBL, tahap penyelidikan menuntun siswa untuk melakukan investigasi, diskusi, dan mengatur informasi secara aktif, sehingga kemampuan analisis berkembang lebih optimal [30]. Penguatan tersebut didukung oleh penggunaan AR-Problem Card yang menyajikan visualisasi permasalahan sebagai dasar investigasi, sehingga siswa cenderung mudah untuk mengidentifikasi informasi yang penting. Selain itu, media AR-Problem Card membantu siswa dalam menguarai masalah menjadi bagian-bagian penting yang mendukung berkembangnya kemampuan analisis siswa. Teori multimedia learning oleh Mayer (2009) menyatakan bahwa integrasi visual membantu siswa dalam mengatur pengetahuan dan berhasil dalam menyusun informasi sesuai dengan konsep, mendukung temuan ini.

Indikator evaluasi tercermin melalui kemampuan peserta didik untuk menilai kredibilitas informasi, mempertimbangkan kekuatan argumen, dan menemukan secara logis [31]. Dengan skor N-Gain sebesar 0,58, kelas eksperimen menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada kelompok kontrol yang mencetak skor 0,19. Model PBL tidak hanya menuntut siswa menemukan jawaban, tetapi juga mengevaluasi berbagai alternatif solusi melalui diskusi dan penyelidikan. Media AR-Problem Card yang memberikan visualisasi masalah secara nyata membantu siswa dalam membuat keputusan. Temuan ini didasari oleh yang menegaskan bahwa PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan evaluasi karena siswa terlibat aktif

dalam analisis dan pengambilan Keputusan [32].

Indikator inferensi sebagai acuan kemampuan peserta didik dalam menarik kesimpulan logis, membuat dugaan, dan menentukan keputusan berdasarkan bukti Kelas eksperimen menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada kelas kontrol, yang hanya memperoleh skor 0,9, dengan skor N-Gain sebesar 0,46. Media AR-Problem Card membantu pemberian permasalahan yang nyata. Oleh karena itu, siswa lebih mudah mengubungkan hasil analisis dengan kemungkinan solusi. Hal tersebut juga didukung melalui tahapan dalam PBL yaitu membimbing penyelidikan, siswa didorong untuk membuat keputusan berdasarkan hasil investigasi dan diskusi kelompok, sehingga penalaran dan pemecahan masalah berkembang lebih optimal [34].

Indikator eskplanasi digunakan untuk menilai kemampuan siswa dalam menyampaikan hasil pemikiran, alasan, dan keputusan secara sistematis dan logis [34]. Indikator penjelasan kelas eksperimen memiliki nilai N-Gain yang meningkat menjadi 0,55, melampaui nilai N-Gain kelas kontrol yang sebesar 0,23. Indikator eksplanasi berkaitan dengan tahap presentasi hasil yang memberikan kesempatan siswa untuk menjelaskan solusi berdasarkan hasil penelitian [35]. Selain itu, AR-Problem Card memungkinkan siswa menghubungkan teori dan representasi nyata, sehingga penjelasan lebih logis dan tidak sekedar menghafal. Menurut , diskusi dan presentasi dalam pembelajaran aktif dapat meningkatkan kemampuan komunikasi akademik siswa.

Indikator self-regulation peserta didik berkembang melalui kemampuan merefleksikan proses berpikir, mengevaluasi strategi, dan memperbaiki kesalahan secara mandiri [36]. Kelas eksperimen memperoleh peningkatan N-Gain di angka 0,67, berada diangka yang lebih baik dibandingkan capaian kelas kontrol sebesar 0,49. Keterlibatan aktif dalam PBL berbantuan AR-Problem Card mendorong peserta didik meninjau kembali langkah penyelesaian masalah sejak tahap awal hingga evaluasi hasil. Setelah penggunaan media dipahami, proses eksplorasi dan refleksi yang berkelanjutan membantu peserta didik menyesuaikan strategi berpikir secara lebih mandiri. Hal ini didukung oleh penelitian Annisa et al., (2026), yang menunjukkan peran penting aktivitas pembelajaran aktif berbasis refleksi dalam pengembangan pengaturan diri [37].

Dengan demikian, temuan studi penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model PBL bersamaan dengan media AR-Problem Card efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sains dibandingkan dengan belajar melalui metode konvensional. Meskipun demikian, peningkatannya masih tergolong dalam kategori sedang. dan penggunaan yang lebih konsisten diperlukan untuk mendapatkan hasil terbaik untuk setiap indikator.

Implikasi dari penelitian ini yaitu siswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka dengan menggunakan paradigma PBL bersamaan dengan media AR-Problem Card (Rahmi et al., 2025; Sari et al., 2015). Siswa dapat mengembangkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah dengan bantuan visualisasi [38], [39]. PBL berbantuan AR-Problem Card terbukti mendukung pembelajaran yang aktif, interaktif, dan berpusat pada siswa sehingga meningkatkan kemampuan berotkir kritis siswa. Visualisasi AR membantu pemahaman konsep IPA secara konkret dan kontekstual serta mendukung kegiatan penyelidikan, diskusi, dan pemecahan masalah. Karena itu, model ini berpotensi menjadi inovasi pembelajaran IPA yang selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

KESIMPULAN

Hasil dari beberapa analisis menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa SMP dalam pendidikan sains ditingkatkan dengan kombinasi PBL dan AR-Problem Card. Hasil uji menunjukkan nilai <0.001 pada kelas eksperimen yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kelas yang menggunakan perlakuan PBL dan AR-Problem Card dan kelas yang menggunakan metode konvensional. Temuan ini juga didukung dengan data Nilai N-Gain sebesar 0,56, yang dianggap dalam kategori sedang. Indikator interpretasi tidak menunjukkan peningkatan, tetapi sebagian besar indikator menunjukkan peningkatan, terutama analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Hasil uji independent sample t-test juga menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada hasil posttest dengan nilai sig. <0.001 . Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantuan AR-Problem Card lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi PBL dan AR-Problem Card efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan interaktif. Namun, aspek interpretasi masih perlu diperkuat melalui refleksi dan diskusiyang lebih mendalam. Pengembangan media AR-Problem Card juga perlu diarahkan pada peningkatan fitur yang mendukung pemahaman dan perkembangan kognitif siswa.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel yang terbatas, kompatibilitas perangkat smartphone yang beragam, serta durasi penerapan yang relative singkat. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih luas, waktu implementasi yang lebih Panjang, serta pengembangan media yang lebih interaktif dan kompatibel agar efektivitasnya terhadap seluruh indicator berpikir kritis dapat dikaji secara menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada guru dan siswa SMP N 12 Magelang serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kerja sama sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai referensi dalam pengembangan pembelajaran IPA berbasis teknologi, khususnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan Problem Based Learning berbantuan AR-Problem Card.

References

ISSN 2714-7444 (online), <https://acopen.umsida.ac.id>, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

- [1] A. Ramdani, A. W. Jufri, Gunawan, M. Fahrurrozi, and M. Yustiqvar, "Analysis of students' critical thinking skills in terms of gender using science teaching materials based on the 5E learning cycle integrated with local wisdom," *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol. 10, no. 2, pp. 187–199, 2021, doi: 10.15294/jpii.v10i2.29956.
- [2] I. Azmi and D. S. B. Prasetya, "Profil berpikir kritis siswa SMP pada mata pelajaran IPA," *Journal of Classroom Action Research*, vol. 7, no. 1, 2025, doi: 10.29303/jcar.v7i1.10570.
- [3] I. M. Darwati and I. M. Purana, "Problem Based Learning (PBL): Suatu model pembelajaran untuk mengembangkan cara berpikir kritis peserta didik," *Widya Accarya*, vol. 12, no. 1, pp. 61–69, 2021, doi: 10.46650/wa.12.1.1056.61-69.
- [4] L. M. Harsih and W. Wahyudi, "Media pembelajaran puzzle dengan kartu masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar," *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, vol. 9, no. 4, pp. 2123–2131, 2023, doi: 10.31949/educatio.v9i4.5764.
- [5] A. Shandy, "Efektivitas model pembelajaran Problem Based Learning berbasis augmented reality untuk mendorong pemahaman konsep SPLDV," *Jurnal Ilmiah IPA dan Matematika (JIIM)*, vol. 1, no. 3, pp. 105–114, 2023.
- [6] A. Mayasari, O. Arifudin, E. Juliawati, and S. Bandung, "Implementasi model Problem Based Learning (PBL) dalam meningkatkan keaktifan pembelajaran," vol. 3, no. 2, 2022.
- [7] M. A. Chairani, T. Puspita, and W. Rini, "Meningkatkan keterampilan berpikir kritis menggunakan model PBL, mind mapping, dan TGT dengan media augmented reality siswa SD," *Jurnal Pendidikan Sosial dan Konseling*, vol. 2, no. 2, pp. 537–542, 2024, doi: 10.47233/jpdsk.v2i2.
- [8] L. H. Affandi, "Masalah guru dalam pembelajaran berbasis masalah," *Jurnal DIDIKA: Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 9, no. 2, pp. 209–223, 2023, doi: 10.29408/didika.v9i2.24161.
- [9] Y. Nuraeni, "Implementasi Problem Based Learning di sekolah dasar: Tantangan dan strategi mengatasi siswa pasif dalam pembelajaran," *Pediaqu: Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, vol. 4, no. 3, 2025.
- [10] D. Ashari, "Analisis pemanfaatan media pembelajaran augmented reality (AR) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis," *Khazanah Pendidikan*, vol. 17, no. 1, p. 176, 2023, doi: 10.30595/jkp.v17i1.16040.
- [11] D. Fitriana, "Analisis hasil belajar IPA ditinjau dari gaya belajar pada model Project Based Learning berbantuan kartu masalah," *Tunas Nusantara*, vol. 5, no. 1, pp. 585–596, 2023, doi: 10.34001/jtn.v5i1.4916.
- [12] L. Judijanto et al., *Pembelajaran IPA: Teori dan Praktik*. Indonesia: PT Sonpedia Publishing Indonesia, 2025.
- [13] R. Thahir and R. Kamaruddin, "Pengaruh media pembelajaran berbasis augmented reality (AR) terhadap hasil belajar biologi siswa SMA," *Jurnal Riset dan Inovasi Pembelajaran*, vol. 1, no. 2, pp. 24–35, 2021, doi: 10.51574/jrip.v1i2.26.
- [14] I. Safira, A. Rahim, and P. I. Palangi, "Efektivitas augmented reality (AR) pada konsep pembelajaran IPA sekolah dasar," *Klasikal: Journal of Education, Language Teaching and Science*, vol. 4, 2022, doi: 10.52208/klasikal.v4i3.414.
- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [16] Riduan, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [17] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2014.
- [18] K. B. Kritis et al., "Pengaruh Problem Based Learning (PBL) terhadap afiliasi," *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, vol. 6, no. 1, 2026, doi: 10.47709/educendikia.v6i01.8131.
- [19] N. T. Azzahra, S. N. L. Ali, and M. Y. A. Bakar, "Teori konstruktivisme dalam dunia pembelajaran," *Jurnal Ilmiah Research Student*, vol. 2, no. 2, pp. 64–75, 2025, doi: 10.61722/jirs.v2i2.4762.
- [20] R. Putri, "Penggunaan model Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa," *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, vol. 5, no. 2, pp. 395–399, 2025.
- [21] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- [22] Y. Wibowo, "Eksplorasi pengalaman siswa dalam pembelajaran IPA melalui PBL berbasis AR untuk mendorong berpikir kritis," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, no. 4, pp. 531–543, 2025, doi: 10.23969/jp.v10i4.32397.
- [23] N. Aminudin and M. Mutmainah, "Implementasi teknologi augmented reality dalam sains berbasis Android dengan kartu interaktif," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 10, no. 2, pp. 134–141, 2024, doi: 10.54914/jtt.v10i2.1478.
- [24] R. Rahmanda, "Efektivitas pembelajaran berbantuan augmented reality terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar," *Bima Journal of Elementary Education*, vol. 3, no. 2, pp. 73–84, 2025, doi: 10.58218/lambda.v5i2.1408.
- [25] S. I. Milatti and H. Fitrihidajati, "Pengembangan lembar kegiatan peserta didik elektronik (E-LKPD) berbasis Problem Based Learning pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kritis," *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, vol. 13, no. 1, pp. 66–78, 2024, doi: 10.26740/bioedu.v13n1.p66-78.
- [26] S. S. Saba, "Optimalisasi penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan efektivitas siswa," *JME Jurnal Management Education*, vol. 2, no. 2, pp. 57–63, 2024.
- [27] A. Azis, M. Hilmy, and D. Erwati, "Integrasi media dalam pembelajaran: Pendekatan konstruktivisme Vygotsky," *Anterior Jurnal*, vol. 24, no. 3, pp. 1–7, 2025, doi: 10.33084/anterior.v24i3.9726.
- [28] A. Syarifudin, "Integrasi teknologi dalam pembelajaran: Kajian pedagogi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, no. 4, 2025, doi: 10.23969/jp.v10i4.38401.
- [29] S. Ali, "Analisis berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran IPAS di kelas V MAN 1 Kota Bengkulu," *Doctoral dissertation*, UIN Fatmawati Sukarno Bengkulu, 2024.
- [30] M. Alfidyah, "Penerapan model Problem Based Learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar," *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2025.
- [31] H. A. Mulyana, C. WC, and C. H. C. Ht, *Critical Thinking: Menuju Berargumentasi Logis dan Terstruktur*. Goresan Pena, 2025.
- [32] C. E. Hmelo-Silver, "Problem-Based Learning: What and how do students learn?," *Educational Psychology Review*, vol. 16, no. 3, 2004.
- [33] S. N. Wahida, "Analisis profil keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas IV SD Negeri Loceret II dalam pembelajaran IPS," *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Keislaman*, vol. 5, no. 3, pp. 500–511, 2025, doi: 10.55883/jipkis.v5i3.176.
- [34] R. Yuniar, A. Nurhasanah, Z. R. Hakim, and I. A. V. Yandari, "Peran guru dalam pelaksanaan model PBL (Problem Based Learning) sebagai penguatan keterampilan berpikir kritis," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 7, no. 2, pp. 1134–1150, 2022, doi: 10.23969/jp.v7i2.6408.

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June

DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14350

- [35] I. U. Karomah and T. Purnomo, "Pengembangan E-LKPD model Problem Based Learning materi ekosistem untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa kelas X SMA," *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, vol. 14, no. 1, pp. 188–201, 2025, doi: 10.26740/bioedu.v14n1.p188-201.
- [36] T. P. Hendrika, "Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning terhadap keterampilan higher order thinking skills dan self regulation peserta didik kelas XI SMA," thesis, 2023.
- [37] N. D. N. Annisa, D. Rahmaniati, and P. Azzahro, "Strategi guru dalam menumbuhkan regulasi diri melalui kegiatan Project Based Learning," *Jurnal Anak Usia Dini Holistik Integratif (AUDHI)*, vol. 8, no. 2, pp. 73–86, 2026.
- [38] R. Rahmi, I. Latifa Irsal, and A. Septiana, "Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) berbantuan media augmented reality (AR) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMP Negeri 1 Rejang Lebong," *Doctoral dissertation, Institut Agama Islam Negeri Curup*, 2025.
- [39] I. P. Sari, Y. Yushardi, and S. Subiki, "Penerapan model problem based learning (PBL) berbantuan media kartu bergambar terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa dalam pembelajaran fisika SMK Negeri di Kabupaten Jember," *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Jember*, vol. 4, no. 3, 2015.