


## Implementasi Problem-Based Learning Untuk Mengembangkan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Sains Siswa Abad ke-21

Siti Nurul Qomariyah<sup>1\*</sup>, Sulis Supartini<sup>2</sup>, Anas Ansorah<sup>3</sup>, Fitri Minawati<sup>4</sup>, Margaretta Serevina Hutagalung<sup>5</sup>, Suharno<sup>6</sup>, Taufik Jatnika Permana<sup>7</sup>, Fitri Damayanti<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8</sup>Fakultas Pascasarjana, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia, B. Simatupang, Jl. Nangka Raya No. 58 C, Tanjung Barat, Jagakarsa Jakarta Selatan

E-mail: [adz kianj08@gmail.com](mailto:adz kianj08@gmail.com)

\*Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3520>

### ARTICLE INFO

#### Article history

Received: 20 October

2025

Revised: 25 October 2025

2025

Accepted: 11 November

2025

#### Kata kunci:

*Problem-Based Learning, berpikir kritis, pemecahan masalah, sains abad ke-21, 4C*

#### Keywords:

*Problem-Based Learning, critical thinking, problem solving, 21st-century science, 4C*



### ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi *Problem-Based Learning* (PBL) dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran sains abad ke-21. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur terhadap 21 artikel ilmiah nasional dan internasional terakreditasi yang relevan dengan topik penelitian. Analisis dilakukan secara sistematis menggunakan metode analisis isi untuk mengidentifikasi efektivitas, strategi penerapan, serta tantangan PBL dalam konteks pembelajaran sains modern. Hasil kajian menunjukkan bahwa PBL secara konsisten berpengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta kompetensi abad ke-21 yang mencakup *Critical Thinking, Creativity, Collaboration, dan Communication* (4C). Integrasi PBL dengan pendekatan lain seperti STEM, *Mind Mapping*, dan *Blended Learning* terbukti memperkuat dampaknya terhadap motivasi belajar, kreativitas, dan literasi sains siswa. Selain itu, PBL mendorong pembelajaran yang berpusat pada siswa, meningkatkan kerja sama kelompok, dan membentuk kebiasaan reflektif. Namun, keberhasilan penerapannya sangat dipengaruhi oleh kesiapan guru, dukungan fasilitas, dan waktu pelaksanaan di kelas. Secara keseluruhan, PBL merupakan pendekatan pembelajaran yang efektif dan relevan dengan tuntutan abad ke-21, karena mampu membentuk peserta didik yang berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, serta adaptif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

*This study aims to analyze the implementation of Problem-Based Learning (PBL) in developing students' critical thinking and problem-solving skills in 21st-century science education. The research employed a literature review method involving 21 accredited national and international journal articles relevant to the topic. A systematic content analysis was conducted to identify the effectiveness, application strategies, and challenges of PBL in science learning. The findings reveal that PBL consistently has a positive impact on enhancing students' critical thinking, problem-solving, and 21st-century skills, including Critical Thinking, Creativity, Collaboration, and Communication (4C). Integrating PBL with other approaches such as STEM, Mind Mapping, and Blended Learning strengthens its effect on students' motivation, creativity, and scientific literacy. Moreover, PBL promotes student-centered learning, teamwork, and reflective habits. However, its success depends greatly on teachers' readiness, facility support, and time management in class. Overall, PBL is an effective and relevant pedagogical model for the 21st century, fostering learners who are critical, creative, collaborative, communicative, and adaptive to scientific and technological advancement.*



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

**How to Cite:** Siti Nurul Qomariyah, et al (2025). Implementasi Problem-Based Learning Untuk Mengembangkan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Sains Siswa Abad ke-21 4(2) 9801-9814 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3520>

## PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk tidak hanya menguasai pengetahuan konseptual, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kritis (*critical thinking*), pemecahan masalah (*problem solving*), kolaborasi, dan kreativitas (Indraswati dkk., 2020). Dalam konteks pembelajaran Sains, kemampuan-kemampuan tersebut menjadi fondasi utama untuk membentuk peserta didik yang mampu menghadapi tantangan global dan berpartisipasi aktif dalam masyarakat berbasis pengetahuan (*knowledge-based society*). Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran sains yang masih berorientasi pada guru dan penekanan hafalan konsep belum optimal dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa (Muliana et al., 2024).

Salah satu Model pembelajaran yang dinilai relevan dengan paradigma pendidikan abad ke-21 adalah *Problem Based Learning* (PBL) (Setiawan, 2021). Sebagai sebuah inovasi dalam pendidikan, PBL menempatkan siswa sebagai subjek utama yang aktif mengatasi masalah dunia nyata, sesuai dengan landasan teori pembelajaran masa kini (Putra dkk., 2025). PBL merupakan model pembelajaran yang menjadikan masalah dunia nyata sebagai titik awal pembelajaran untuk mendorong siswa mengembangkan pengetahuan konseptual, keterampilan berpikir kritis, dan kemampuan bekerja sama (Masrinah & Aripin, 2019). Melalui PBL, siswa belajar untuk mengidentifikasi permasalahan, menganalisis informasi, mengembangkan solusi, serta mengevaluasi hasil pembelajaran mereka secara reflektif (Fitria & Dhanil, 2024). Pendekatan ini menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran (*student-centered learning*), sedangkan guru berperan sebagai fasilitator dan pembimbing (Hasan & Sodikin, 2024).

Berbagai hasil penelitian terkini mendukung efektivitas PBL dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran sains. Eris et al. (2024), menemukan bahwa penerapan PBL berbasis STEM secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Fisika. Hasil serupa juga ditunjukkan oleh penelitian oleh Adiwiguna dkk. (2019) menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menerapkan model PBL berorientasi STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis dan literasi sains pada pendidikan abad ke-21. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Napitupulu dkk. (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran PBL mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan berfikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah pada pelajaran Matematika.

Selain meningkatkan keterampilan kognitif, PBL juga berkontribusi terhadap aspek afektif dan psikomotor dalam pembelajaran (Nurtanto & Sofyan, 2015). Model ini menuntut siswa untuk bekerja sama, berdiskusi, dan berkolaborasi dalam kelompok kecil untuk memecahkan masalah kompleks (Hartyaningsih et al., 2024). Dengan berkolaborasi dan dialog, peserta didik dapat berbagai ide, mengklarifikasi pemahaman dan membangun pengetahuan baru (Salsabila & Muqowim, 2024). Dengan demikian, PBL tidak hanya membangun kemampuan berpikir logis, tetapi juga mengasah kemampuan komunikasi ilmiah, tanggung jawab, dan empati terhadap pandangan orang lain. Melalui kerja kelompok yang kolaboratif, siswa belajar untuk menghargai berbagai perspektif dan mengembangkan solusi yang kreatif terhadap permasalahan sains yang dihadapi (Ifada dkk., 2024).

Namun demikian, meskipun didukung oleh bukti empiris, pemahaman kita akan pendekatan PBL akan lebih bermakna jika berbagai temuan tersebut disatukan dalam sebuah sintesis yang menyeluruh dan terstruktur. Selama ini, tinjauan literatur yang ada cenderung bersifat naratif dan belum sepenuhnya mengupas implementasi PBL dalam konteks ruang kelas sains kontemporer. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah kajian literatur yang sistematis dan komprehensif. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi PBL dalam pembelajaran sains yang dapat mengasah kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah pada siswa secara efektif. Hasilnya diharapkan tidak hanya memperjelas

dampaknya, tetapi juga dapat mengidentifikasi celah pengetahuan untuk diteliti lebih lanjut di masa depan.

Berdasarkan urgensi tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji hasil-hasil penelitian terkini terkait implementasi *Problem-Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran sains abad ke-21. Fokus utama kajian ini adalah bagaimana PBL diterapkan, seberapa efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa, serta tantangan dan peluang penerapannya di era digital. Diharapkan hasil kajian ini dapat memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam pengembangan strategi pembelajaran sains yang relevan dengan tuntutan kompetensi abad ke-21.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur yang berfokus pada analisis implementasi *Problem Based Learning* (PBL) dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran sains abad ke-21. Studi kepustakaan atau studi literatur adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan penelaahan terhadap buku-buku, literatur literatur, catatan-catatan, dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dipecahkan (Kraus et al., 2022). Studi literatur dilakukan melalui pengumpulan dan analisis sistematis terhadap berbagai sumber referensi dan penelitian terdahulu yang relevan, kemudian dikompilasi untuk menarik kesimpulan yang komprehensif (Kuhrmann et al., 2017).

Menurut Dunford (2003) dalam Karlina & Sari (2024) langkah-langkah dalam penelitian studi literatur meliputi: 1) Menentukan tema penelitian; 2) Melakukan penelusuran informasi yang diperlukan; 3) Memformulasikan tujuan penelitian; 4) Mengumpulkan sumber data yang relevan dengan topik dan tujuan penelitian; 5) Melakukan analisis dan sintesis data; 6) Menyusun laporan penelitian yang mencakup pengorganisasian semua data yang telah terkumpul dan penyajiannya secara sistematis, dengan mengutip semua sumber referensi yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan melalui penelusuran artikel-artikel ilmiah dari jurnal terakreditasi atau terindeks yang membahas penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran sains abad ke-21. Artikel diperoleh dari database Google Scholar dan ERIC dengan menggunakan kata kunci *Problem Based Learning*, *Critical Thinking Skills*, *Problem Solving Ability*, dan *21st Century Science Learning*. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa dokumen jurnal yang relevan dengan variabel penelitian. Secara keseluruhan, sumber data terdiri atas 21 artikel, yang mencakup 20 artikel nasional dan 1 artikel internasional yang telah memenuhi kriteria akreditasi atau indeksasi. Teknik analisis data menggunakan metode analisis isi untuk mendapatkan simpulan yang valid. Menurut Nurtanto & Sofyan (2015), dalam analisis ini dilakukan proses seleksi, komparasi, dan integrasi terhadap temuan-temuan penelitian sehingga diperoleh sintesis yang relevan dengan fokus penelitian.

Melalui analisis konten yang sistematis, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengkaji konsep dan karakteristik model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dalam konteks sains abad ke-21; (2) Menganalisis peran dan efektivitas model PBL dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa; (3) Mengevaluasi kontribusi model PBL terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran sains.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian sistematis terhadap literatur yang relevan, peneliti berhasil mengidentifikasi dan menganalisis 21 artikel penelitian yang memenuhi kriteria inklusi untuk studi literatur ini. Artikel-artikel tersebut dipilih berdasarkan kesesuaian dengan fokus penelitian mengenai implementasi *Problem Based Learning* (PBL) dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah pada pembelajaran sains. Hasil validasi ditulis ke dalam tabel yang berisi No, judul Penelitian, Tujuan penelitian, metode yang digunakan, Hasil Penelitian dan temuan kunci, serta Kontribusi terhadap Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah. Hasil review artikel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil review Artikel

No	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil penelitian & Temuan kunci	Kontribusi terhadap berfikir
----	------------------	--------	--------	---------------------------------	------------------------------

		Penelitian	yang digunakan		kritis & Pemecahan Masalah
.	Analisis Effect Size Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Sains (Putri dkk., 2022)	Meng analisis pengaruh model PBL terhadap berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik pada pembelajaran IPA dan Fisika berdasarkan jenjang dan tingkatan kelas.	Meta-analisis, dengan cara menganalisis 20 artikel (1 internasional dan 19 nasional) terkait penerapan PBL dalam pembelajaran sains.	Hasil menunjukkan rata-rata <i>effect size</i> berpikir kritis 1,3 dan pemecahan masalah 1,16 (kategori sangat tinggi), dengan dampak tertinggi pada SD kelas V untuk berpikir kritis, SMP untuk pemecahan masalah, serta pengaruh lebih besar pada mata pelajaran IPA dibanding Fisika.	Model PBL terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah melalui aktivitas analisis, evaluasi, serta refleksi terhadap masalah autentik, sehingga melatih siswa untuk menalar, menghubungkan konsep, menyusun strategi, dan mengambil keputusan logis secara sistematis dan reflektif.
.	Penerapan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Fisika (Rahmaniah et al., 2023)	Meng analisis efektivitas PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada konsep mekanika fluida.	Kuas i-eksperimetal (desain pretest–posttest satu kelompok).	Peningkatan signifikan pada indikator analisis (82%), evaluasi (78%), dan inferensi (75%) setelah implementasi PBL.	Mengembangkan keterampilan analisis masalah saintifik dan evaluasi bukti melalui investigasi berbasis masalah.
.	Penerapan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Fisika (Gautama dkk., 2018)	Mengetahui dan meningkatkan keterampilan siswa dalam memecahkan masalah melalui penerapan model PBL pada mata pelajaran Kimia Siswa SMA.	Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dilaksanakan dalam tiga siklus tindakan, untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis siswa melalui PBL.	Penelitian menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa dari 61,8% (sedang) menjadi 74,1% (tinggi) dan 83,05% (sangat tinggi) setelah Penerapan PBL.	PBL melatih siswa menganalisis, mengevaluasi, dan mengambil keputusan rasional sehingga menumbuhkan berpikir kritis serta mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam memahami konsep kimia dan menghadapi situasi nyata.
.	Integrasi Model PBL, Steam,	Meng analisis pengaruh	Kuas i-eksperimetal	Penerapan PBL meningkatkan berpikir kreatif dari 62,14%	Model PBL terbukti efektif mengembangkan

**Implementasi Problem-Based Learning Untuk Mengembangkan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Sains Siswa Abad ke-21**, Siti Nurul Qomariyah, Sulis Supartini, Anas Ansorih, Fitri Minawati, Margaretta Serevina Hutagalung, Suharno, Taufik Jatnika Permana, Fitri Damayanti

9805

	Kontekstual dan Media Geomath: Meningkatkan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kreatif Siswa (Rahmi & Rini, 2025)	model PBL terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah siswa dalam konteks pembelajaran abad ke-21.	1 (pretest–posttest satu kelompok).	menjadi 83,25% dan pemecahan masalah dari 60,32% menjadi 82,47%, dengan peningkatan pada aspek <i>fluency</i> , <i>flexibility</i> , <i>originality</i> , dan <i>elaboration</i> .	berpikir kreatif dan pemecahan masalah siswa sekaligus memperkuat kompetensi 4C ( <i>Critical thinking</i> , <i>Creativity</i> , <i>Collaboration</i> , <i>Communication</i> ) yang esensial dalam pembelajaran abad ke-21.
	Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis (Masrinah dkk., 2019).	Mem berikan kajian literatur mengenai penerapan model PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran abad ke-21.	Studi literatur (kajian pustaka) menganalisis berbagai penelitian tentang penerapan model PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran abad ke-21.	Penelitian membuktikan pendekatan ini meningkatkan kemampuan berpikir kritis secara signifikan, dengan kenaikan 48,15% siswa mencapai kategori Sangat Baik. PBL menuntut siswa untuk aktif, kolaboratif, dan mengomunikasikan ide secara ilmiah.	Model PBL efektif menumbuhkan berpikir kritis, kreatif, dan kemampuan pemecahan masalah, sekaligus mengembangkan kompetensi 4C sebagai tuntutan utama pembelajaran abad ke-21 melalui kegiatan investigatif dan kolaboratif.
	Analisis Pembelajaran PBL pada Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pemecahan Masalah Siswa Kelas IV di SDN Sukun 2 Malang (Rabita dkk., 2025)	Mend eskripsikan implementasi Problem-Based Learning (PBL), menganalisis perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa, serta mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat penerapan	Desk riptif kualitatif menggambarkan penerapan model PBL, perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa, serta faktor pendukung dan penghambat dalam pembelajaran IPS di SDN Sukun 2 Malang.	PBL diterapkan dengan pemberian masalah, kolaborasi, dan pembuatan karya. Hasilnya: 48,15% siswa berkategori Sangat Baik, namun 25,93% masih Perlu Bimbingan. Metode ini terbukti meningkatkan kemampuan analisis, evaluasi, dan penyusunan solusi. Keberhasilan didukung fasilitas dan kolaborasi, sementara kendalanya adalah kurang percaya diri dan kerja kelompok.	PBL menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kerja sama, komunikasi, dan tanggung jawab siswa. Model ini juga melatih kreativitas melalui proyek kontekstual serta mendukung kompetensi abad ke-21 (4C).

		PBL dalam pembelajaran IPS.			
	Model Problem Based Learning dengan Mind Mapping dalam Pembelajaran IPA Abad 21 (Astuti, 2019)	Mendeskripsikan alternatif integrasi teknik Mind Mapping ke dalam model PBL agar pembelajaran IPA menjadi lebih efektif dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.	Studi literatur (kajian konseptual) mendeskripsikan integrasi model PBL dengan teknik Mind Mapping sebagai alternatif strategi pembelajaran IPA abad ke-21.	Pembelajaran IPA abad ke-21 menuntut penguasaan 4C. PBL meningkatkan berpikir kritis dan pemecahan masalah, sedangkan Mind Mapping membantu visualisasi dan pengorganisasian ide. Integrasi keduanya membuat pembelajaran lebih terarah, kolaboratif, dan efisien.	Integrasi PBL dan Mind Mapping mengembangkan HOTS dan kompetensi 4C, menjadikan pembelajaran IPA lebih aktif, kreatif, kolaboratif, dan kontekstual sesuai tuntutan abad ke-21.
	Peranan Model Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa (Karlina & Sari 2024)	Meng gali dan menganalisis keefektifan model PBL dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berdasarkan hasil penelitian terdahulu.	Studi literatur, menganalisis hasil-hasil penelitian terdahulu mengenai efektivitas model PBL dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa di berbagai jenjang pendidikan.	PBL terbukti meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis di berbagai jenjang. Nilai rata-rata di sebuah SMP meningkat dari 48,33 menjadi 81,33. Ketuntasan belajar di sebuah SD naik dari 63,15% menjadi 94,73%. Persentase ketuntasan di SMP lainnya melonjak dari 36% menjadi 88%.	Model PBL efektif mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah matematis, sekaligus memperkuat kompetensi 4C sebagai dasar pembelajaran abad ke-21.
	Pengaruh Problem Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaboratif dalam Pembelajaran	Meng analisis pengaruh model pembelajaran PBL terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif siswa dalam	Kuasi-eksperimental (pretest-posttest dengan kelompok kontrol) terintegrasi nilai Islam.	Keterampilan Berpikir Kritis: Kelas Eksperimen (PBL) meningkat sebesar 50,97%, kelas kontrol meningkat sebesar 26,53%. Keterampilan Kolaboratif pada kelas eksperimen (PBL) meningkat sebesar 24,94%, kelas kontrol	Penelitian ini menunjukkan bahwa PBL secara signifikan meningkatkan <i>critical thinking</i> dan <i>collaboration</i> dua dari empat komponen utama keterampilan abad 21 (4C), sekaligus mengintegrasikan nilai-nilai Islam

**Implementasi Problem-Based Learning Untuk Mengembangkan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Sains Siswa Abad ke-21**, Siti Nurul Qomariyah, Sulis Supartini, Anas Ansorih, Fitri Minawati, Margaretta Serevina Hutagalung, Suharno, Taufik Jatnika Permana, Fitri Damayanti

9807

	Biologi Terintegrasi Nilai Islam(Rahman dkk., 2024)	pembelajaran biologi yang terintegrasi nilai-nilai Islam.		hanya meningkat sebesar 4%.	dalam pembelajaran sains
0	Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Biologi Siswa (Nafizatunn dkk., 2024).	Mengetahui pengaruh model PBL terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa kelas XI MAN 1 Mataram dalam konteks pembelajaran abad ke-21.	Kuas i-eksperimental (pretest–posttest dengan kelompok kontrol).	PBL berpengaruh signifikan terhadap peningkatan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa.Nilai signifikansi untuk berpikir kreatif sebesar $\text{Sig} = 0,000 < 0,05$ , dan hasil belajar sebesar $\text{Sig} = 0,002 < 0,05$ .	Model PBL efektif mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, pemecahan masalah, dan penguasaan kompetensi pembelajaran abad ke-21.
1.	Pembelajaran dengan Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa pada Materi SPLDV (Nicomse et al., 2022)	Untuk mengetahui pengaruh model PBL terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi SPLDV.	Kuas i-eksperimental (pretest–posttest dengan kelompok kontrol).	Pengaruh PBL terhadap kemampuan berpikir kritis matematis: 12,88%. Pengaruh PBL terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis: 12,53%.	Penelitian ini membuktikan bahwa PBL secara signifikan berkontribusi dalam melatih dua kompetensi abad 21 yaitu: Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah.
2.	Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berorientasi Stem Terhadap Kemampuan	Menganalisis pengaruh model pembelajaran PBL berorientasi STEM terhadap kemampuan	Kuas i-eksperimental (pretest–posttest dengan kelompok kontrol)	Kemampuan Berpikir Kritis: 64.70% siswa di kelas PBL-STEM mencapai nilai di atas rata-rata. Peningkatan signifikan secara statistik. Literasi Sains: 74.70% siswa di kelas PBL-STEM mencapai nilai di atas	Model PBL berorientasi STEM mengembangkan kemampuan abad 21 seperti berpikir kritis, literasi sains-teknologi, kolaborasi, dan kreativitas melalui integrasi

	Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa Kelas SD (Adiwigunadkk., 2019)	uan berpikir kritis dan literasi sains siswa SD.		rata-rata. Peningkatan signifikan secara statistik.	disiplin ilmu dan pemecahan masalah.
3	Penerapan Model Problem Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Hukum Archimedes (Eris dkk., 2024).	Menguji efektivitas model PBL terintegrasi STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Hukum Archimedes.	Quasi Eksperimen dengan desain pretest-posttest control group, sampel 60 siswa, Instrumen berupa tes berfikir kritis, analisis data menggunakan Uji N-Gain dan Uji T.	Penerapan model PBL-STEM terbukti sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, ditunjukkan dengan N-Gain tinggi (0,77) pada kelas eksperimen dibandingkan N-Gain rendah (0,27) di kelas kontrol, dengan kenaikan nilai rata-rata sebesar 89% (dari 46,48 menjadi 87,82). Respon siswa juga sangat positif (>88%) terhadap aspek ketertarikan, manfaat, rasa ingin tahu, dan pemahaman.	Model PBL-STEM mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi melalui pemecahan masalah nyata dalam proyek engineering. Pendekatan ini sekaligus memperkuat literasi sains dan teknologi siswa melalui integrasi disiplin ilmu yang menyeluruh.
4.	Problem Based Learning (PBL) Model for The 21st Century Generation (Setiawan, 2021).	Menganalisis pentingnya penerapan model (PBL) sebagai model pembelajaran inovatif untuk mempersiapkan peserta didik dengan keterampilan abad 21 ( <i>student-centered</i> ).	Studi literatur (kajian konseptual) menganalisis penerapan model PBL sebagai model pembelajaran inovatif untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21.	model PBL secara efektif melatih keterampilan 4C melalui karakteristiknya yang menekankan pemecahan masalah, kerja kelompok, dan investigasi.	Model PBL mengembangkan keterampilan 4C abad 21—berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas—melalui pemecahan masalah, kerja kelompok, dan eksplorasi solusi dalam satu proses pembelajaran terintegrasi.
5	Analisis Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan	Menganalisis efektivitas model PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pe	Studi literatur (meta-analisis) menganalisis berbagai hasil penelitian mengenai	Kemampuan berpikir kritis: 60% jurnal kategori sangat baik 20% kategori baik 20% kategori tinggi Kemampuan pemecahan masalah:	Model PBL efektif mengembangkan keterampilan 4C, khususnya critical thinking dan problem solving, serta mendorong kolaborasi, komunikasi,

**Implementasi Problem-Based Learning Untuk Mengembangkan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Sains Siswa Abad ke-21**, Siti Nurul Qomariyah, Sulis Supartini, Anas Ansorih, Fitri Minawati, Margaretta Serevina Hutagalung, Suharno, Taufik Jatnika Permana, Fitri Damayanti

9809

	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Pelajaran Fisika (Irfani dkk., 2025)	mecahan masalah siswa pada pembelajaran fisika.	efektivitas model PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran fisika.	80% kategori cukup baik 20% kategori sangat baik	dan kreativitas siswa dalam konteks pembelajaran fisika yang relevan dengan tuntutan abad 21.
6	Pengaruh Penetapan Problem Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Abad 21 (Muliana dkk., 2024).	Mengkaji pengaruh penerapan model PBL terhadap keterampilan abad 21 (berpikir kritis, komunikasi, berpikir kreatif, dan kolaborasi/4C) melalui systematic literature review.	Systematic Literature Review (SLR) menganalisis secara sistematis hasil-hasil penelitian tentang pengaruh penerapan model PBL terhadap keterampilan abad ke-21 (4C).	penelitian ini menyimpulkan bahwa PBL secara signifikan meningkatkan semua aspek keterampilan 4C dengan nilai effect size rata-rata 1,72, yang dikategorikan sangat tinggi.	Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa PBL adalah strategi pembelajaran yang efektif untuk mempersiapkan siswa menjadi individu yang kompeten dan adaptif dalam menghadapi tantangan abad 21, baik dalam konteks akademik maupun profesional.
7	Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa (Uyun & Fakhruddin, 2024)	Untuk menganalisis efektivitas penerapan model Problem PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan kajian literatur yang telah ada.	<i>Systematic Literature Review (SLR)</i> terhadap 14 artikel terpilih (2019-2024) dari jurnal sinta 1-4 dengan kriteria seleksi dan analisis tematik.	PBL secara konsisten meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di berbagai jenjang pendidikan dan bidang studi. Peningkatan kemampuan berpikir kritis paling dominan terjadi pada aspek analisis, evaluasi, dan inferensi. Faktor keberhasilan PBL terletak pada tahapan <i>problem orientation</i> dan <i>collaborative inquiry</i> yang menstimulasi pemikiran reflektif dan argumentatif siswa	PBL merupakan pendekatan efektif dan <i>evidence-based</i> untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Memberikan dasar konseptual dan empiris bagi guru dalam merancang pembelajaran berbasis masalah yang memfasilitasi analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah nyata. Hasilnya juga memperkuat posisi PBL sebagai strategi utama dalam pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi ( <i>Higher</i>

					<i>Order Thinking Skills / HOTS).</i>
8	The Role of PBL in Developing Science Literacy and 21st-Century Skills (Aripin & Mufit, 2025)	Untuk meinjau secara sistematis efektivitas model PBL dalam meningkatkan berpikir kritis siswa melalui analisis tematik dan komparatif dari hasil penelitian yang terbit pada jurnal bereputasi nasional (Sinta 1-4).	Meta Analisis kuantitatif dengan 36 artikel Nasional & Internasional (2020-2024), menggunakan <i>JASP</i> untuk menghitung effect size. Kriteria inklusi jelas dan heterogenitas antar studi dianalisis	Hasil review menunjukkan bahwa PBL berpengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis, terutama melalui kegiatan penyelidikan, diskusi kelompok, dan refleksi. Ditemukan variasi tingkat efektivitas berdasarkan jenjang pendidikan dan karakteristik masalah yang digunakan dalam pembelajaran. PBL lebih efektif bila disertai penilaian autentik dan refleksi terbimbing.	Memberikan peta konseptual empiris tentang hubungan antara PBL dan kemampuan berpikir kritis. Memperkuat bukti bahwa pembelajaran berbasis masalah tidak hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tetapi juga kemampuan memecahkan masalah kompleks secara kolaboratif dan reflektif. Menjadi acuan teoretis dan praktis untuk mengembangkan desain pembelajaran sains atau matematika berbasis PBL yang berorientasi HOTS.
9	Upaya Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis dan Aktivitas Belajar Siswa SMA pada Pembelajaran Abad-21 dengan Menerapkan Model Problem Based Learning (PBL) (Imanah & Handayani, 2023)	Meningkatkan aktivitas belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa kelas X dalam pembelajaran kimia melalui penerapan model PBL.	Penelitian Tindakan Kelas (PTK), dilaksanakan dalam beberapa siklus.	Aktivitas belajar meningkat: 69% , 75% , 82% Keterampilan berpikir kritis meningkat: 50,05% , 61,67% , 66,49% Peningkatan tertinggi pada analisis (84,43%) Kenaikan total dari pratindakan: 34,81%	Model PBL mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah sebagai bagian dari 4C (Critical Thinking). Pembelajaran yang berpusat pada siswa (student-centered) ini juga meningkatkan kolaborasi, komunikasi dan keaktifan belajar, yang selaras dengan tuntutan pembelajaran abad 21.
10	Building Critical Thinking Skills of 21st Century Students through	Menganalisis pengaruh model PBL terhadap	Kuasi-eksperimental (pretest-posttest dengan	Post-test: 85 (eksperimen) vs 65,5 (kontrol). T-Test: 0,000 (signifikan). Peningkatan	Model PBL secara efektif melatih keterampilan berpikir kritis sebagai kompetensi kunci abad 21, mendorong siswa

	Problem Based Learning Model (Wardani & Fiorintina, 2023)	pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa abad 21 pada materi sistem pernapasan manusia.	kelompok kontrol).	tertinggi: 63% (menguat induksi). 11 indikator meningkat, terendah: 3% (menilai keputusan).	menjadi pemecah masalah yang analitis, reflektif, dan kolaboratif, serta siap menghadapi tantangan global.
1	Impact of Blended Problem-Based Learning on Students' 21st Century Skills on Science Learning: A Meta-Analysis (Fitria & Dhanil, 2024).	Meng analisis dampak (Blended PBL) terhadap keterampilan abad 21 dalam pembelajaran sains.	Meta-analisis menganalisis secara kuantitatif hasil-hasil penelitian tentang dampak (Blended PBL) terhadap keterampilan abad ke-21.	Blended PBL secara signifikan meningkatkan keterampilan abad 21 siswa dalam sains dibandingkan dengan model pembelajaran lain, dengan effect size (g) 0.617 (kategori efek sedang).	Penelitian ini membuktikan bahwa Blended PBL adalah model pembelajaran yang efisien untuk melatih keterampilan abad 21 (4C) siswa, khususnya dalam konteks pembelajaran sains.

#### Analisis Temuan Utama

Berdasarkan sintesis terhadap penelitian-penelitian tersebut, dapat diidentifikasi beberapa temuan kunci mengenai implementasi PBL dalam pembelajaran sains abad ke-21:

#### 1. Efektivitas Model PBL terhadap Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah

Sebagian besar penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kedua keterampilan utama abad ke-21, yaitu berpikir kritis dan pemecahan masalah. Misalnya, penelitian oleh Putri dkk. (2022) menunjukkan bahwa nilai effect size rata-rata kemampuan berpikir kritis sebesar 1,3 dan pemecahan masalah 1,16, yang termasuk kategori sangat tinggi. Hasil serupa ditunjukkan oleh penelitian Rahmania dkk. (2023), yang menemukan peningkatan signifikan pada indikator analisis (82%), evaluasi (78%), dan inferensi (75%) setelah penerapan PBL pada pembelajaran fisika. Selain itu, penelitian tindakan kelas oleh Jayadiningrat & Emirensia (2018) menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah dari 61,8% (kategori sedang) menjadi 83,05% (kategori sangat tinggi). Temuan-temuan ini memperkuat bukti bahwa PBL mampu melatih peserta didik untuk berpikir analitis, mengevaluasi bukti, serta mengambil keputusan logis dalam menyelesaikan permasalahan autentik di kelas.

#### 2. Integrasi PBL dengan Pendekatan dan Media Pembelajaran Lain

Perkembangan penelitian mutakhir menunjukkan bahwa PBL semakin banyak diintegrasikan dengan berbagai pendekatan pembelajaran lain untuk memperkuat dampaknya terhadap keterampilan abad ke-21. Integrasi ini dilakukan agar proses belajar lebih kontekstual, kolaboratif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Beberapa contoh integrasi tersebut antara lain:

- a. PBL-STEM seperti diteliti oleh Eris dkk. (2024), yang terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan literasi sains melalui integrasi antardisiplin ilmu sains, teknologi, engineering, dan matematika.
- b. PBL dengan *Mind Mapping* (Astuti, 2019) membantu peserta didik dalam mengorganisasi ide dan konsep secara visual, sehingga pembelajaran menjadi lebih efisien dan terarah.
- c. PBL dengan Media Digital seperti yang diteliti oleh Rahmi & Rini (2025), Astuti (2019) serta Fitria & Dhanil (2024). Yang mengkombinasi PBL dengan platform digital (*blended learning*, *visual mind map*, *GeoMath*). sehingga memperkuat kolaborasi daring, komunikasi visual, dan efisiensi waktu belajar dengan tetap menjaga esensi pemecahan masalah.

- d. *Blended PBL* (Fitria & Dhanil, 2024) yang menggabungkan pembelajaran tatap muka dengan daring, memberikan dampak moderat namun signifikan terhadap peningkatan keterampilan 4C, dengan effect size sebesar 0,617.

Integrasi ini membuktikan fleksibilitas PBL untuk beradaptasi dengan inovasi pembelajaran modern dan berbasis teknologi.

### 3. Penguatan Kompetensi Abad ke-21 (4C)

Seluruh penelitian menunjukkan bahwa penerapan PBL tidak hanya meningkatkan berpikir kritis dan pemecahan masalah, tetapi juga memperkuat empat kompetensi utama abad ke-21, yaitu *Critical Thinking, Creativity, Collaboration, dan Communication (4C)*.

- a. *Critical Thinking*: berkembang melalui aktivitas analisis, evaluasi, dan penalaran terhadap masalah autentik yang disajikan dalam pembelajaran.
- b. *Creativity*: muncul dari proses merancang solusi orisinal dan inovatif terhadap permasalahan yang kompleks (Rahmi & Rini, 2025).
- c. *Collaboration*: terbentuk melalui kerja tim dalam mengidentifikasi masalah dan menyusun strategi pemecahan, seperti dibuktikan oleh Rahman dkk. (2024) yang menemukan peningkatan kolaborasi sebesar 24,94%.
- d. *Communication*: diperkuat melalui kegiatan diskusi, presentasi, dan argumentasi ilmiah (Masrinah dkk., 2019; Wardani & Fiorintina, 2023).

PBL juga berperan penting dalam meningkatkan keaktifan belajar dan rasa tanggung jawab sosial siswa. Pembelajaran menjadi lebih bermakna karena siswa tidak hanya menerima pengetahuan, tetapi membangun dan merefleksikan pengetahuan tersebut secara mandiri melalui pengalaman langsung.

### 4. Variasi Dampak Berdasarkan Jenjang, Mata Pelajaran, dan Konteks

Analisis lintas penelitian menunjukkan bahwa PBL memiliki efek yang berbeda tergantung pada konteks penerapan. Pada jenjang sekolah dasar dan menengah pertama, pengaruh PBL terhadap kemampuan berpikir kritis cenderung lebih besar dibandingkan di tingkat menengah atas, karena siswa mulai membangun kemampuan penalaran logis sejak dini (Putri et al., 2022). Sementara itu, di bidang matematika dan IPA, PBL memperkuat pemahaman konseptual serta kemampuan menghubungkan antar-konsep dalam pemecahan masalah nyata (Karlina & Sari, 2024; Nicomse & Napitupulu, 2022). Penelitian lain juga menegaskan bahwa penerapan PBL yang terintegrasi dengan konteks keislaman, seperti dalam penelitian Rahman dkk. (2024), mampu menggabungkan nilai-nilai moral dan spiritual dengan pengembangan keterampilan abad ke-21.

### 5. Kendala Implementasi

Meskipun memberikan banyak manfaat, beberapa penelitian juga melaporkan adanya kendala dalam penerapan PBL. Rabita dkk. (2025) menemukan bahwa sebagian siswa masih kurang percaya diri dalam kerja kelompok dan memerlukan bimbingan dalam menyusun solusi masalah. Faktor pendukung utama keberhasilan PBL meliputi kesiapan guru, ketersediaan fasilitas belajar, dan waktu pelaksanaan yang memadai. Kendala tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan PBL sangat bergantung pada peran guru sebagai fasilitator, serta lingkungan belajar yang mendukung kegiatan kolaboratif dan reflektif.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap 21 artikel, dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pendekatan pembelajaran yang sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik. Model ini menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran (*student-centered learning*), sehingga mereka aktif mengonstruksi pengetahuan melalui penyelidikan dan pemecahan masalah kontekstual.

PBL terbukti berkontribusi signifikan terhadap pengembangan kompetensi abad ke-21 (4C), meliputi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Melalui PBL, siswa tidak hanya mampu memahami konsep secara mendalam, tetapi juga memiliki kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi terhadap permasalahan yang kompleks dan nyata. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi PBL dengan pendekatan modern seperti STEM, *Mind Mapping*, dan *Blended Learning* semakin memperkuat hasil pembelajaran, terutama dalam literasi sains, kreativitas, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*).

Secara empiris, PBL juga terbukti meningkatkan hasil belajar, keaktifan, dan motivasi siswa dalam proses pembelajaran. Namun, keberhasilan penerapan PBL sangat bergantung pada kesiapan

guru, dukungan fasilitas, dan kemampuan manajemen waktu di kelas. Oleh karena itu, pelatihan guru dan dukungan kebijakan sekolah diperlukan agar PBL dapat diimplementasikan secara optimal dan berkelanjutan. Dengan demikian, *Problem Based Learning* bukan sekadar metode pembelajaran, tetapi merupakan paradigma pendidikan abad ke-21 yang mempersiapkan siswa menjadi individu yang kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, dan adaptif terhadap perubahan zaman dan tantangan global

## REFERENSI

- Adiwiguna, P. S., Dantes, N., & Gunamantha, I. M. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Berorientasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Literasi Sains Siswa Kelas V Sd Di Gugus I Gusti Ketut Pudja. *Indonesian Journal of Basic Education*, 3(2), 94–103.
- Annisa Hartianingsih, Eko Retno Mulyaningrum, & Risno Setiyono. (2024). Penggunaan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Komunikasi dan Kolaborasi Peserta Didik Kelas X. *Jurnal Pendidikan Guru Profesional*, 2(1), 31–43. <https://doi.org/10.26877/jpgp.v2i1.834>
- Aripin, N., & Mufit, F. (2025). The Role of Problem-Based Learning in Developing Science Literacy and 21st-Century Skills in High School Students: A Meta-Analysis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 15(1), 269–284. <http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v15i1.27799>
- Astuti, T. P. (2019). Tujuan Project based learning dalam pembelejaran adalah untuk memberikan fasilitas dengan gaya belajar yang beragam. *Proceeding of Biology Education*, 3(1), 64–73.
- Eris, E., Sitompul, S. S., & Oktaviany, E. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Pada Materi Hukum Archimedes. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 226. <https://doi.org/10.24127/jpf.v12i2.11218>
- Fitria, D., Asrizal, A., Dhanil, M., & Lufri, L. (2024). Impact of blended problem-based learning on students' 21st century skills on science learning: A meta-analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(4), 1032-1052 <https://doi.org/10.46328/ijemst.4080>
- Jayadiningrat, M. G., & Emirensia, A. K. (2018). Peningkatan keterampilan memecahkan masalah melalui model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) pada mata pelajaran kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 2(1), 1–10.
- Hasan, R., & Sodikin, A. (2024). Peran Guru dalam PjBL. *TSAQOFAH: Jurnal Penelitian Guru Indonesia*, 4(3), 1134–1150.
- Ifada, A. I., Toyib, M., & Marhamah, S. (2024). Peningkatan Kemampuan Kolaborasi dalam Pembelajaran Matematika melalui Problem Based Learning Di Sekolah Menengah Pertama. *PTK: Jurnal Tindakan Kelas*, 4(2), 447–460. <https://doi.org/10.53624/ptk.v4i2.391>
- Imanah, L. F., & Handayani, D. (2023). Upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis dan aktivitas belajar siswa SMA pada pembelajaran abad-21 dengan menerapkan model *Problem Based Learning (PBL)*. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 4(1), 66–74. <https://doi.org/10.33369/diksains.v4i1.30078>
- Indraswati, D., Marhayani, D. A., Sutisna, D., Widodo, A., & Maulya, M. A. (2020). Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran IPS untuk Menjawab Tantangan Abad 21. *HORIZON SOSIAL: Jurnal Pendidikan Sosial*, 7(1), 12–28.
- Karlina, S., & Sari, R. M. M. (2024). Studi Literatur Tentang Peranan Model Problem Based Learning ( Pbl ) Dalam Meningkatkan Kemampuan. *Jurnal Theorems (The Original Reasearch Of Mathematics)*, 8, 451–460.
- Kraus, S., Breier, M., Lim, W. M., Dabić, M., Kumar, S., Kanbach, D., & Mukherjee, D. (2022). Literature reviews as independent studies: Guidelines for academic practice. *Review of Managerial Science*, 16(8), 2577–2595. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00588-8>
- Kuhrmann, M., Fernández, D. M., & Daneva, M. (2017). On the pragmatic design of literature studies in software engineering: an experience-based guideline. *Empirical Software Engineering*, 22(6), 2852–2891. <https://doi.org/10.1007/s10664-016-9492-y>
- Muliana, Fonna, M., & Nufus, H. (2024). Pengaruh Penerapan Problem Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Abad 21. *Ar-Riyadhiyyat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 22–30.
- Nicomse, N., & Napitupulu, L. (2022). Pembelajaran dengan model Problem Based Learning (PBL) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan kemampuan pemecahan masalah matematis

- siswa pada materi SPLDV kelas VIII SMP Negeri 1 Sipahutar. *SEPREN: Journal of Mathematics Education and Applied*, 4, 156–163. <https://doi.org/10.36655/sepren.v4i0.829>
- Nurtanto, M., & Sofyan, H. (2015). Implementasi Problem-Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif, Psikomotor, dan Afektif Siswa Di Smk. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 5(3), 352. <https://doi.org/10.21831/jpv.v5i3.6489>
- Pertiwi, F. A., Luayyin, R. H., & Arifin, M. (2023). Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis: Meta Analisis. *JSE: Jurnal Sharia Economica*, 2(1), 42–49. <https://doi.org/10.46773/jse.v2i1.559>
- Putra, M. H. A., Suriansyah, A., & Rafianti, W. R. (2025). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.60126/maras.v3i1.642>
- Putri, D. A. H., Fauziah, N., & Wati, W. W. (2022). Analisis Effect Size Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Sains. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 8(2), 205. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.10295>
- Rahman, N. F., Listyono, & Na'ima, M. (2024). Pengaruh Problem Based Learning (PBL) terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif dalam pembelajaran biologi terintegrasi nilai Islam. *Al-Alam: Journal of Islamic Natural Science Education*, 3(2), 52–68. <https://doi.org/10.21154/al-alam.v3i2.7953>
- Rahmi, R., & Rini, T. P. W. (2025). Integrasi model PBL, STEAM, kontekstual dan media Geomath: Meningkatkan pemecahan masalah dan berpikir kreatif siswa. *Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research*, 4(2), 243–254. <https://doi.org/10.56916/pjmsr.v4i2.2307>
- Uyun, R., Fakhruddin, F., & Mustafa, A. N. (2025). Efektivitas model pembelajaran Problem Based Learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Basicedu: Research & Learning in Elementary Education*, 9(2), 393–400. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i2.9844>
- Salsabila, Y. R., & Muqowim. (2024). Korelasi antara teori belajar konstruktivisme Lev Vygotsky dengan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Jurnal PAI*, 4(3), 813–827. <https://doi.org/10.1017/jp4i.v4i3.2024>
- Setiawan, A. (2021). Workshop Penguatan Kompetensi Guru 2021 SHEs: Conference Series 4 (6) (2021) 290-296 Problem Based Learning (PBL) Model For The 21st Century Generation. *Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series*, 4(6), 290–296.
- Wardani, I. S., & Fiorintina, E. (2023). Building Critical Thinking Skills of 21st Century Students through Problem Based Learning Model. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 12(3), 461–470. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i3.58789>