

VARIASI PENERAPAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING DALAM PEMBELAJARAN FISIKA SMA DAN PENGARUHNYA TERHADAP KETERAMPILAN ABAD-21: STUDI LITERATUR

Diah Indri Lestari^{1*}, Meri Nanda Putri Wulandari², Ervinatus Tri Wulansari³,
Umami Qonitatin⁴, Habibah Khusna Baihaqi⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Indonesia

Email: diahindri18236@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis penerapan Problem Based Learning (PBL) dalam pembelajaran fisika di SMA serta dampaknya terhadap keterampilan abad-21. Metode yang digunakan adalah studi literatur sistematis terhadap 17 artikel penelitian, buku, dan dokumen relevan yang diterbitkan antara 2018 hingga 2025. Sumber literatur dipilih berdasarkan relevansinya dengan pembelajaran fisika, fokus pada keterampilan 4C (berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi), penggunaan pendekatan interdisipliner seperti STEM atau STEAM, serta publikasi pada jurnal bereputasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa PBL secara signifikan meningkatkan keterampilan 4C siswa, terutama dalam kemampuan menganalisis masalah, menghasilkan solusi inovatif, bekerja sama dalam kelompok, dan berkomunikasi secara ilmiah. Pendekatan PBL berbasis STEAM menjadi yang paling dominan karena mampu mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek dengan konteks dunia nyata. Selain itu, penerapan Cultural Responsive Teaching (CRT) dalam PBL mulai menunjukkan kontribusi positif dalam mengakomodasi keberagaman budaya dan memenuhi kebutuhan belajar siswa. Studi ini merekomendasikan pengembangan desain PBL yang mengintegrasikan pendekatan STEAM dan CRT untuk memaksimalkan hasil belajar di era globalisasi.

Kata Kunci: Problem Based Learning, Keterampilan Abad-21, Fisika, STEAM, Critical Thinking.

VARIATIONS IN THE IMPLEMENTATION OF PROBLEM-BASED LEARNING MODELS IN HIGH SCHOOL PHYSICS EDUCATION AND THEIR IMPACT ON 21ST-CENTURY SKILLS: A LITERATURE REVIEW

Abstract

This study analyzes the implementation of Problem Based Learning (PBL) in high school physics education and its impact on 21st-century skills. The method used was a systematic literature review of 17 research articles, books, and relevant documents published between 2018 and 2025. Literature sources were selected based on relevance to physics learning, emphasis on 4C skills (critical thinking, creativity, collaboration, communication), the use of interdisciplinary approaches such as STEM or STEAM, and publication in reputable academic journals. The analysis shows that PBL significantly enhances students' 4C skills, particularly in problem analysis, innovative solution design, collaboration, and scientific communication. The STEAM-integrated PBL model appears most dominant due to its strong connection with real-world problem contexts. Additionally, the emerging use of Culturally Responsive Teaching (CRT) within PBL frameworks improves learning relevance and supports diverse student needs. This study recommends developing PBL designs that integrate STEAM and CRT to optimize student outcomes in the era of globalized education.

Keywords: Problem Based Learning, 21st-century skills, Physics Education, STEAM, Critical Thinking.

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah komponen utama yang memiliki kemampuan untuk mendorong

kemajuan negara Indonesia. Pada Program pendidikan selain memperhatikan aspek kognitif juga memperkuat sikap serta memperkuat kemampuan siswa. Pendidikan



berdasar abad ke-21 merupakan pembelajaran yang berotasi pada siswa [1]. Guru bertugas untuk membantu siswa berlatih kemampuan yang diperlukan untuk memenuhi tuntutan era modern [2]. Menurut BSNP dalam pembelajaran modern abad 21, siswa harus memperoleh keterampilan yang sesuai dengan era modern, seperti (1) Kemampuan Berpikir Kritis (Critical Thinking Skills) dan Penyelesaian Masalah (Problem Solving) (Pemikiran Kritis dan Kapasitas Memecahkan Masalah), (2) Keterampilan Komunikasi dan Keterampilan untuk Kerjasama, (3) Keterampilan Kreatif dan Pembaruan (Kreativitas dan Keterampilan Inovatif), (4) Keterampilan Pengetahuan Informasi dan Komunikasi, (5) Keterampilan Konteks dan (6) Keterampilan pengetahuan informasi dan media [3]. Namun, masih terdapat kesenjangan literatur mengenai bagaimana pendekatan pembelajaran dapat secara efektif menumbuhkan keterampilan-keterampilan tersebut, khususnya dalam konteks pembelajaran fisika.

Salah satu pendekatan yang potensial namun belum dieksplorasi secara mendalam dalam pendidikan fisika adalah Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem-Based Learning/PBL). PBL merupakan pendekatan yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran melalui pemberian masalah kontekstual yang menantang dan relevan dengan kehidupan nyata [4]. Dalam model ini, siswa dilatih untuk melakukan penyelidikan, mengidentifikasi informasi penting, dan merumuskan solusi atas masalah yang diberikan [5]. Meskipun efektivitas PBL telah banyak dibahas dalam berbagai mata pelajaran, penerapannya secara spesifik dalam pendidikan fisika yang menekankan integrasi antara keterampilan abad 21 dan pemahaman konsep fisika masih sangat terbatas.

Ilmu fisika sebagai bagian dari mata pelajaran IPA memiliki karakteristik khas berupa konsep-konsep abstrak dan pemodelan matematis untuk menggambarkan fenomena alam [6]. Kondisi ini menuntut strategi pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan materi secara konseptual, tetapi juga mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan persoalan nyata yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ini, PBL berpotensi besar untuk mendukung pengembangan keterampilan

berpikir tingkat tinggi, kolaborasi, dan komunikasi siswa dalam pembelajaran fisika [7].

Namun, masih sedikit penelitian yang secara khusus menelaah desain dan efektivitas implementasi model PBL berbasis konteks fisika dalam meningkatkan keterampilan abad 21 di tingkat sekolah menengah. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengisi kekosongan literatur tersebut. Studi ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan model PBL yang relevan dengan pembelajaran fisika serta mengkaji dampaknya terhadap penguasaan keterampilan abad 21 siswa. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis maupun praktis dalam pengembangan model pembelajaran fisika yang adaptif, kontekstual, dan berorientasi masa depan..

METODE PENELITIAN

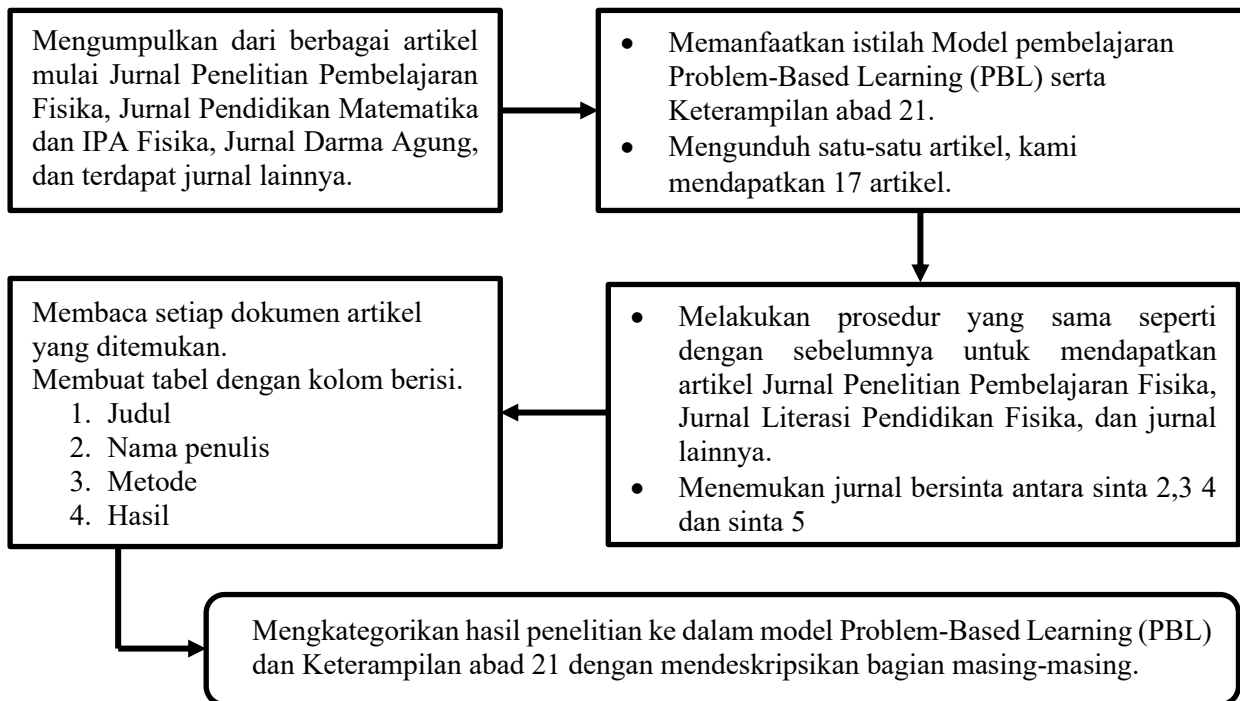
Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur sebagai metode utama untuk menganalisis variasi penerapan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) yang dikombinasikan dengan beberapa variasi pendekatan dalam pembelajaran fisika di tingkat SMA, serta dampaknya terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21. Studi literatur ini mengumpulkan dan menganalisis data dari 17 artikel terbaru yang diterbitkan antara tahun 2018 hingga 2025, yang terindeks pada jurnal SINTA 2 karena terdapat standar review dan kualitas penelitian yang tinggi di Indonesia. Sedangkan SINTA 3-5 mencerminkan konteks lokal dengan kualitas yang dapat diterima terhadap penerapan pembelajaran yang nyata di berbagai daerah. (Yuningsih et al., 2024). Artikel ini dipilih untuk memastikan data yang digunakan bersifat terkini dan relevan dengan dinamika pembelajaran fisika sesuai dengan kebutuhan pendidikan pada abad ke-21.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan bagaimana penerapan PBL dengan variasi pendekatan seperti STEM, metakognitif, berdiferensiasi dan lainnya. Dimana dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah siswa. Proses seleksi artikel dilakukan secara sistematis dengan menerapkan kriteria inklusi

yang ketat, yang menitikberatkan pada fokus artikel terhadap pembelajaran fisika di SMA dan aspek keterampilan abad ke-21. Pembatasan pada artikel berbahasa Indonesia dan Inggris dilakukan untuk mempermudah analisis dan memastikan keakuratan interpretasi data, sekaligus tetap membuka kemungkinan untuk mempertimbangkan literatur internasional yang relevan. Untuk menjaga objektivitas dan kualitas analisis artikel ini dipilih sesuai kriteria dari kualitas metodologinya. Seperti desain penelitian kualitatif, kuantitatif, dan campuran, instrumen yang digunakan untuk mengukur keterampilan abad ke-21. Hasil dari analisis data sesuai dengan tujuan penelitian yang digunakan.

Tujuan utama penelitian ini adalah mengisi gap pengetahuan terkait efektivitas berbagai variasi implementasi PBL yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran di era globalisasi, khususnya dalam konteks pendidikan fisika di Indonesia. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan wawasan baru serta rekomendasi praktis untuk strategi pembelajaran yang efektif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 dan mengatasi tantangan dalam penerapan PBL secara optimal di lingkungan sekolah.

Prosedur penelitian untuk mengumpulkan artikel dan analisis ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian [8]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data hasil studi pustaka dari klasifikasi jurnal ilmiah dalam rentan waktu edaran 2020

hingga 2025 yang berkaitan dengan beragam penerapan model pembelajaran Problem Based Learning dalam pelajaran fisika dan dampaknya terhadap keterampilan abad ke-21 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Jurnal

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil Penelitian
1	Strategi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik menggunakan	Hidayah, N., Suyidno, S., dan Qamariah, Q.	Pendekatan kualitatif dengan teknik analisis deskriptif dengan jenis penelitian studi literatur.	- Siswa yang mengajar dalam model PBL memiliki keterampilan yang lebih tinggi untuk berpikir kritis daripada pembelajaran tradisional. - Model PBL mendorong siswa

	Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbasis STEM pada Pembelajaran Fisika			untuk terlibat aktif mencari solusi, menyampaikan pendapat, dan berpikir secara logis dalam menyelesaikan masalah. • Pelaksanaan model PBL memberikan dampak yang baik terhadap kemajuan hasil belajar peserta didik
2	Implementasi PBL Terintegrasi STEM dengan Flipped Classroom untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa pada Topik Usaha dan Energi	Rahayu, S., Abdurrahman, A., dan Susana, W.	Penelitian ini menggunakan semi-desain eksperimental menggunakan model kelompok kontrol yang tidak merata menggunakan pretest-posttest	• Meningkatkan kemampuan berpikir sistem melalui analisis dan pemodelan • Mengintegrasikan teori dan keterampilan, serta mengembangkan kemahiran abad ke-21 seperti kolaborasi, pemecahan masalah, dan kreativitas. • Cocok diterapkan pada materi fisika yang abstrak.
3	Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis PBL Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Gerak Lurus	Putri, A. A., dan Affriyenny, Y.	Metode penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) menggunakan model pendekatan 4-D	• Bahan ajar berbasis PBL STEM untuk materi gerakan linear dinyatakan memenuhi syarat dengan persentase kelayakan 94%. • Dirancang untuk mendukung kemampuan berpikir kritis melalui lima tahapan PBL yang terintegrasi dengan aspek STEM. • Dilengkapi dengan video pembelajaran, penilaian diri, dan aktivitas kelompok untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami konsep gerak lurus.
4	Problem Based Learning Terintegrasi STEM di Era Covid-19 untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa	Putri, C. D., Pursitasari, I. D., dan Rubini, B.	Jenis penelitian ini merupakan kuasi eksperimen yang dipadukan dengan desain kelompok kontrol pre-test pasca-test non-ekivalen	• Penerapan pembelajaran PBL-STEM secara daring mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. • Aktivitas siswa paling menonjol pada tahapan diskusi dan investigasi. • Analisis dan evaluasi masih menjadi tantangan dalam penerapan pembelajaran PBL-STEM.
5	Profil Keterampilan Pemecahan Masalah	Nurjaman, A. Z., Liliawati, W., dan Ramalis, T. R	Penelitian ini menerapkan metode campuran dalam penggunaan desain	• Siswa di kelas eksperimental kelompok visual menunjukkan peningkatan keterampilan pemecahan masalah yang lebih

	Peserta Didik pada Pembelajaran Problem Based Learning dengan Pendekatan Diferensiasi Materi Dinamika Rotasi		penelitian yang digunakan, yakni desain eksplorasi sekuensial dan teknologi sampel dengan menerapkan teknik intrusi cluster	tinggi. Kelompok visual dengan skor gain. • N lebih besar dari kelompok pemantauan dan kelompok kinestetik. • Peningkatan keterampilan pemecahan masalah lebih penting dalam kelompok visual.
6	Peningkatan Kemampuan Komunikasi Tulisan Siswa SMA Kelas X dalam Pembelajaran Fisika dengan Menerapkan Model Problem Based Learning	Yoeliana, R., Yennita, Y., dan Nelwisman, N.	Metode penelitian yang dipilih adalah penelitian tindakan kelas (PTK) atau biasa disebut dengan classroom action research	• Metode pembelajaran PBL dengan metode bervariasi melatih siswa berkomunikasi melalui tulisan untuk menjelaskan masalah dan solusi dari kasus yang diberikan, serta mengidentifikasi keterangan yang relevan pada gambar. • Meningkatkan fokus dan motivasi siswa dalam pembelajaran. • Meningkatkan partisipasi dan keaktifan siswa selama proses pembelajaran.
7	Pengembangan e-lkpd Berbasis Problem Based Learning Berpotensi Melatihkan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA pada Materi Gerak Harmonik Sederhana.	Novendra, A., Ramalis, T. R., dan Hidayat, A.	Pengumpulan data eksperimen menggunakan instrumen berupa lembar validitasi, dan 1 lembar observasi keterampilan kolaborasi dan angket respon peserta didik	• E-LKPD berdasarkan pembelajaran berbasis masalah adalah efektif, praktis dan efektif. • Dapat meningkatkan kolaborasi siswa. • Berdasarkan hasil penelitian untuk mendukung pembelajaran interaktif.
8	Analisis Profil Pembelajaran Abad-21 Fisika pada Materi Fluida di MAN Binjai	Gani, A. R. F., Sabani, S., Azhar, Z., dan Purba, A. A.	Metode metodologis ini tergolong jenis penelitian deskriptif kualitatif.	• Media pembelajaran berbasis teknologi seperti YouTube, Virtual lab, dan alat praktikum digunakan untuk memperkaya pengalaman belajar siswa. • Evaluasi pembelajaran dilakukan secara formatif, sumatif dan autentik.
9	Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) melalui Pendekatan	Asmar, A., dan Lumalaga, N.	Metode yang dipilih dalam penelitian kali ini adalah eksperimen kuasi dengan desain kelompok yang diterapkan adalah	• Kedua modul pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa dalam proses belajar, sehingga hasil belajar menjadi lebih optimal. • Pembelajaran berbasis masalah dan kontekstual mengaitkan

	Contextual Teaching and Learning (CTL) terhadap Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah		kelas kontrol yang tidak diakui.	konsep akademik dengan kehidupan nyata siswa. • Pendekatan ini meningkatkan pemahaman siswa sekaligus keterampilan berpikir kritis.
10	Upaya Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Kognitif melalui Model Problem Based Learning dan Bahan Ajar Berbasis CTL Siswa Kelas X SMA Negeri 5 Mandan	Maifitri, M.	Metode penelitian yang dipilih adalah penelitian tindakan kelas (PTK) dengan siklus yang berulang	• Proses Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) yang diintegrasikan dengan materi pembelajaran berbasis Pengajaran dan Pembelajaran Kontekstual (CTL) terbukti secara signifikan meningkatkan motivasi dan hasil belajar kognitif siswa kelas X. • Indikator motivasi tertinggi adalah semangat mengikuti pembelajaran. • Indikator motivasi terendah adalah memiliki tujuan belajar yang jelas pada siklus pembelajaran.
11	Pengaruh Strategi Pembelajaran Berdiferensiasi melalui Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar	Sitorus, P., Sitinjak, E. K., dan Lafau, B.	Metode yang dipilih adalah kuasi eksperimen dengan desain yang diterapkan yakni dua kelompok melakukan pretest posttest	• Analisis regresi memperlihatkan adanya ikatan positif antara penggunaan strategi pembelajaran berdiferensiasi melalui model PBL dan hasil belajar siswa. • Penggunaan strategi pembelajaran berdiferensiasi dengan model PBL yang berhasil meningkatkan prestasi siswa.
12	Peningkatan Hasil Belajar Fisika SMA menggunakan Problem Based Learning dengan Pendekatan Metakognitif	Masriani, M., Kalsum, U., dan Arsyad, A. A	Penelitian ini memilih desain penelitian pretest-posttest dengan satu kelompok dengan sampel 27 siswa	• Penerapan model Problem Based Learning (PBL) dengan pendekatan metakognitif meningkatkan hasil belajar siswa, terutama aspek kognitif secara signifikan. • Hasil belajar kognitif siswa umumnya masih kurang, sedangkan hasil belajar psikomotorik dan afektif masuk golongan cukup. • Beberapa siswa mengalami kesulitan memahami materi, merencanakan langkah penyelesaian masalah, serta kurang aktif dalam diskusi dan kolaborasi.

13	Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning melalui Pendekatan Berdiferensiasi menggunakan Blended Learning terhadap Hasil Belajar Siswa pada Konsep Fisika di SMA Negeri 6 Gorontalo Papua	Lagarusu, A., Odja, A. H, dan C. S. Payu.	Penelitian ini menggunakan semi-desain eksperimental dengan rancangan pretest-posttest untuk mengukur kompetensi siswa sebelum dan sesudah.	• Implementasi model yang menggabungkan Problem Based Learning (PBL) dengan gaya belajar berdiferensiasi serta blended learning secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar siswa dalam konsep fisika. • Siswa yang menerapkan strategi ini mendapatkan hasil rata-rata lebih baik dibandingkan kelas kontrol. • Pendekatan ini juga meningkatkan keaktifan, pemahaman siswa, dan memberikan kontribusi positif pada proses belajar mengajar.
14	Implementasi Pendekatan Pembelajaran “About, In & For The Environment” dengan Model PBL dalam Meningkatkan Literasi Lingkungan Siswa SMA.	Putri.S.T., Nurwayadin.A., Efwinda. S.	Keberhasilan studi ini menerapkan metode quasi-eksperimen dengan rancangan kontrol kelompok hanya pasca-tes.	• Pendekatan model pembelajaran “About, In, & For the Environment” dikombinasikan dengan model pembelajaran PBL terkonsentrasi pada peningkatan literasi lingkungan siswa. • Siswa diorientasikan pada masalah literasi lingkungan. • Siswa melakukan observasi lingkungan, dan dilanjutkan siswa bekerja secara kelompok atau mandiri untuk mendapatkan informasi dalam pemecahan masalah.
15	Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Laboratorium Virtual PhET untuk Meningkatkan HOTS Siswa SMA	Alifah., S., dan Dwikoranto.	Jenis penelian kuantitatif yang menjadi metode dalam penelitian ini, dengan Pre-Experimental sebagai metode penelitian yang berbentuk one group pretest-posttest design serta teknik pengambilan sampel simple random sampling.	• Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) dengan bantuan Website Lab virtual PhET dapat meningkatkan kemampuan HOTS (Higher Order Thinking Skills) • Model PBL menyajikan masalah kontekstual yang relevan pada kehidupan nyata. • Pembelajaran berlangsung melalui 5 tahapan utama yang mengandung pendekatan ilmiah.
16	Penerapan Model Problem Based Learning dengan Pendekatan	Ningsih.V.A., Syam.M., Dan Komaria yah.L	Penelitian kali ini berfokus pada metode pendekatan kuantitatif, desain pra-experimental	• Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) dengan pendekatan sains mengevaluasi keterampilan berpikir kritis siswa di setiap fase pengajaran

	Saintifik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termodinamika		yang dikombinasikan dengan jenis penelitian One-Group Pretest-Posttest Design ,	(bertanya dan mengamati, penalaran ilmiah, mengasosiasi dan merancang strategi) • Metode ini terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik • Peningkatan ditinjau dari nilai posttest siswa yang lebih unggul berbanding terbalik 17 dengan nilai pretest.
17	PBL dengan Pendekatan Multiple Representation terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Kemampuan Kolaborasi	Wela.S.G., Sundaygara.C., dan Partiwih.H.Y.	Penelitian dilakukan mengintegrasikan metode quasi eksperimen dalam prosesnya. Desainnya menggunakan post only group design	• Pembelajaran ini mengasah keterampilan berpikir kritis siswa berdasarkan pengajaran permasalahan kontekstual yang berhubungan dengan materi dan ditampilkan dengan berbagai representasi. • Kemampuan kolaborasi siswa dapat ditingkatkan dengan pemanfaatan berbagai representasi dalam menjawab permasalahan.

Pembahasan

Model Pembelajaran Problem Based Learning

Problem Based Learning (PBL) adalah pendekatan pembelajaran yang inovatif dengan menggunakan persoalan nyata sebagai landasan pembelajaran. Peserta didik diajak mengkaji kasus autentik yang relevan dengan kehidupan nyata dan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah secara mandiri melalui bimbingan sistematis [9].

Penelitian kuasi-eksperimental oleh [10] menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan skor berpikir kritis siswa sebesar 23% dibandingkan metode konvensional. Keunggulan ini berasal dari proses pembelajaran yang menuntut siswa aktif mengumpulkan, menganalisis informasi, dan membangun pola pikir analitis dalam menyelesaikan masalah. Hal ini sejalan dengan prinsip implementasi kurikulum terkini yang menekankan pada pembelajaran aktif dan berbasis kompetensi [11].

Berikut adalah tahapan pembelajaran yang menggunakan model *Problem Based Learning* menurut Magued Iskander [12] sebagai berikut:

1. Siswa dikenalkan pada permasalahan: guru akan memulai dengan menyebutkan tujuan pembelajaran dan mempersiapkan pembelajaran, setelah itu diteruskan dengan

guru memberikan motivasi dan mendorong siswa untuk terlibat dalam kasus yang memerlukan pemecahan masalah, yang berkaitan secara langsung pada topik pelajaran yang sedang diajarkan.

2. Membagi peserta didik dalam bentuk kelompok selama proses pembelajaran: guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membagi tugas dalam kelompok penyelesaian masalah dilakukan dengan instruksi dan tahapan-tahapan yang telah diuraikan sebelumnya.
3. Pendampingan penyelidikan individu dan kelompok: Guru memfasilitasi siswa untuk mencari informasi terkait pemecahan masalah dengan pengetahuan yang dimiliki peserta didik sebelumnya, selanjutnya mempersilahkan dari informasi tersebut dikaitkan melalui cara eksperimen.
4. Pengembangan serta presentasi hasil ciptaan: Guru memberikan bimbingan pada peserta didik mengenai penyelesaian produk sebagai Solusi dari permasalahan yang dipelajari, guru dapat menjelaskan melalui pembuatan video maupun penulisan dalam bentuk laporan
5. Analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah: Guru melakukan evaluasi dan refleksi tentang pemecahan masalah dan proses pembelajaran.

Meskipun PBL efektif, implementasinya menghadapi kendala nyata seperti keterbatasan waktu, kurangnya pelatihan guru, dan fasilitas laboratorium yang terbatas di banyak SMA Indonesia [13]. Hambatan-hambatan ini perlu diatasi melalui pelatihan intensif dan peningkatan sarana prasarana agar PBL dapat berjalan optimal.

Keterampilan abad-21

Keterampilan abad-21 meliputi kemampuan berpikir kreatif, komunikasi efektif, berpikir kritis, dan kolaborasi [14]. Studi longitudinal di beberapa SMA di Indonesia mengindikasikan bahwa siswa yang belajar dengan PBL memiliki peningkatan sebesar 18% dalam aspek kolaborasi dan komunikasi dibandingkan siswa dengan metode pembelajaran konvensional [15]. Disini Guru berperan sebagai fasilitator yang mendorong eksplorasi konsep fisika melalui diskusi kelompok, eksperimen, simulasi teknologi, dan video interaktif. Pendekatan ini tidak hanya mengajarkan rumus, tetapi juga penerapan konsep dalam kehidupan nyata, yang mendukung pengembangan keterampilan problem solving, berpikir kritis, dan inovasi. Selain itu, Tantangan utama dalam pengembangan keterampilan abad-21 adalah kesenjangan akses teknologi dan variasi kemampuan guru, serta jumlah siswa yang besar yang membatasi penerapan pembelajaran aktif. Pemanfaatan teknologi digital sederhana, seperti simulasi laboratorium virtual, menjadi solusi praktis, terutama di sekolah dengan fasilitas terbatas.

Pembelajaran PBL diintegrasikan dengan berbagai metode pembelajaran menunjang keberhasilan abad-21 pada materi fisika SMA

Model PBL yang dikombinasikan dengan pendekatan *Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*, *Contextual Teaching and Learning (CTL)*, dan metakognitif, *blended learning*, *about In & for the environment*, *investigasi*, *lesson study*, *saintific*, dan *multiple representative* terbukti efektif dalam pembelajaran fisika serta pengembangan keterampilan abad-21. Penelitian kuasi eksperimen tahun 2022 melaporkan bahwa integrasi PBL dengan STEM meningkatkan pemahaman konsep fisika sebesar 25% dibandingkan metode tradisional [11].

Pendekatan CTL lebih unggul dalam mengaitkan konsep fisika dengan konteks lokal dan budaya siswa, yang berkontribusi pada peningkatan motivasi belajar sebesar 15% [15]. Penggabungan STEM dan CTL menciptakan pengalaman belajar yang kontekstual, relevan, dan bermakna. Sedangkan tantangan atau Kendala utama adalah kebutuhan pelatihan guru yang intensif dan keterbatasan akses teknologi, yang masih menjadi masalah di banyak sekolah. Resistensi terhadap perubahan metode dan keterbatasan waktu dalam kurikulum juga menjadi tantangan signifikan.

Berdasarkan paparan di atas, Disarankan diadakan workshop pelatihan guru secara berkala serta penyediaan fasilitas teknologi yang merata untuk menunjang keberhasilan pembelajaran. Integrasi teknologi digital seperti laboratorium virtual PhET dan simulasi AI dapat memfasilitasi pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif terhadap kebutuhan siswa. Serta Penggunaan teknologi digital dan pendekatan pembelajaran yang responsif terhadap budaya lokal (*Culturally Responsive Teaching*) mampu menguatkan profil pelajar Pancasila. Pendekatan ini mendorong penghargaan terhadap keragaman budaya dan meningkatkan keterampilan kolaborasi, kreativitas, dan komunikasi [15].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur dari berbagai penelitian dalam rentang waktu 2018 hingga 2025, maka dapat disimpulkan bahwa variasi implementasi model PBL pada pembelajaran fisika di tingkat SMA memberikan dampak positif dalam mengembangkan keterampilan abad-21. Dengan cara menerapkan model PBL yang dikombinasikan dengan beberapa pendekatan seperti Saintis, Teknologi, Rekayasa, Seni, dan Matematika (STEAM), Pembelajaran Kontekstual dan Pengajaran (CTL), metakognisi, diferensiasi, pembelajaran campuran, hingga Pengajaran Responsif Budaya (CRT), terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta literasi sains dan teknologi siswa secara menyeluruh. Variasi implementasi diatas dapat memberikan lingkungan belajar secara kontekstual, interaktif, dan berhungan pada kehidupan nyata, sehingga siswa dapat memahami konsep fisika secara teoritis, serta siswa mampu

menerapkannya secara praktis dalam pemecahan masalah nyata. Selain itu, integrasi teknologi digital seperti laboratorium virtual, simulasi interaktif, dan penggunaan media pembelajaran berbasis AI memberikan ruang bagi pembelajaran berbasis PBL untuk mengikuti perkembangan teknologi digital.

Temuan ini memberikan gambaran bahwa model pembelajaran PBL sangat fleksibel dan dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai dengan konteks pendidikan dan karakteristik siswa. Oleh karena itu, artikel ini berkontribusi dalam pengembangan ilmu pendidikan fisika dan desain kurikulum yang mendukung terbentuknya profil pelajar abad-21 yang adaptif, kolaboratif, inovatif, dan berdaya saing global. Penelitian ini juga mendorong perlunya pengembangan desain pembelajaran PBL yang lebih integratif, terutama melalui sinergi antara STEAM dan CRT, sebagai langkah strategis menuju pembelajaran yang inklusif dan transformatif dalam menghadapi tantangan globalisasi pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Masruroh, L. (2021). Efektivitas model pembelajaran Problem Based Learning melalui pendekatan Science Education for Sustainability dalam meningkatkan kemampuan kolaborasi peserta didik IPA kelas VIII SMP Negeri 4 Ponorogo (Doctoral dissertation, IAIN Ponorogo).
- [2] Novendra, A., Ramalis, T. R., & Hidayat, A. (2023, December). Pengembangan e-LKPD berbasis Problem Based Learning berpotensi melatih keterampilan kolaborasi siswa SMA pada materi gerak harmonik sederhana. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2(1), 34–42.
- [3] Nurjaman, A. Z., Liliawati, W., & Ramalis, T. R. (2022). Profil keterampilan pemecahan masalah peserta didik pada pembelajaran Problem Based Learning dengan pendekatan diferensiasi materi dinamika rotasi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 1(1), 202–208.
- [4] Asrobanni, N., Lestari, H., Rukiyah, S., & Rohmadhawati, D. A. (2024). Penerapan model Problem Based Learning dengan pendekatan Teaching at the Right Level guna meningkatkan hasil belajar siswa pada materi teks tanggapan siswa di kelas VII.3 SMP Negeri 10 Palembang. *Journal Sains Student Research*, 2(2), 45–54. <https://doi.org/10.61722/jssr.v2i2.1168>
- [5] Andari, T., & Esthiningtyas, S. (2024). Implementasi model PBL dengan pendekatan TARL untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XH SMA Negeri 1 Nglames pada materi fungsi kuadrat. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4), 223–232. <https://doi.org/10.23969/jp.v9i4.19507>
- [6] Mawaddah, D. R. S., Humayroh, S. B., Ramadhani, A. N., Putri, E. S., Christabel, N. J., Saylendra, R. B., ... & Habibah, H. (2024). Analisis hubungan besar massa benda terhadap nilai massa pada kentang dan wortel. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 7(1), 30–36. <https://doi.org/10.31605/phy.v7i1.4312>
- [7] Sudiar, S., Djudin, T., Hidayatullah, M. M. S., Silitonga, H. T. M., & Oktavianity, E. (2023). Penerapan model Direct Instruction berbantuan media audiovisual Nearpod pada materi gravitasi Newton. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2394–2402. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1617>
- [8] Baihaqi, H. K., Jumadi, Z., & Zakwandi, R. (2021). Seeing the role of PCK and TPACK from the perspective of science education researchers in 2018–2020: What's next? *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 9(1), 173–180. <https://doi.org/10.26714/jps.9.2.2021.171-180>
- [9] Saharsa, U., Qaddafi, M., & Baharuddin, B. (2018). Efektivitas penerapan model Problem Based Learning berbantuan video based laboratory terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 6(2), 57–64. <https://doi.org/10.24252/jpf.v6i2.5725>
- [10] Hidayat, M. Y., & Maulida, S. R. H. (2022). Penerapan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan pemahaman konsep. *Al-Khazini: Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(1), 25–30. <https://doi.org/10.24252/al-khazini.v2i1.31427>
- [11] Sari, N. P., Budijanto, B., & Amiruddin, A. (2017). Pengaruh model Problem Based Learning dipadu Numbered Heads Together terhadap keterampilan metakognitif dan kemampuan berpikir kritis geografi siswa SMA. *Jurnal*

- Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 2(3), 440–447.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v2i3.8720>
- [12] Armela, R. A. (2019). Pengaruh model PBL terhadap pemahaman konsep siswa materi luas jajargenjang di kelas VII. *Apotema: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 5(1), 48–54.
<https://doi.org/10.31597/ja.v5i1.556>
- [13] Yuningsih, Sugiman, & Munahefi, D. N. (2024). Model pembelajaran Problem Based Learning berbasis etnomatematika dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan rasa ingin tahu siswa dalam pembelajaran matematika. *PRISMA: Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 7, 958–967.
- [14] Muthmainnah, A., Pertiwi, A. D., & Rustini, T. (2023). Peran guru dalam mengembangkan keterampilan abad 21 siswa sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(4), 41–48.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7677116>
- [15] Irmawati, E., Susanti, S., & Nisa, A. F. (2024). Penguatan Profil Pelajar Pancasila dimensi kebhinekaan global melalui pendekatan Culturally Responsive Teaching terintegrasi model Problem Based Learning. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(1), 2744–2750.
<https://doi.org/10.23969/jp.v9i1.11908>