



Implementasi Pembelajaran Mendalam melalui Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Berpikir Kritis Siswa SMA

Sri Mulyati

Program Pascasarjana Pendidikan IPS, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

Email: srimulyati.pnf@gmail.com

Informasi Artikel

Submitted: 10-07-2026

Accepted: 20-08-2026

Published: 10-10-2026

Keywords:

Deep Learning
Project-Based Learning
Collaboration Skills
Critical Thinking
Mixed Methods

Abstract

This study aims to examine the effect of implementing Project-Based Learning-based Deep Learning (PM-PjBL) on the collaboration and critical thinking skills of students at Kupang State High School 6. The research design employs a mixed-methods approach with a sequential explanatory design, integrating a quasi-experimental Non-Equivalent Control Group Design (quantitative) and an instrumental case study (qualitative). The sample consisted of 72 10th-grade students divided into an experimental class (PM-PjBL) and a control class (conventional learning). The results of the study showed that: (1) all instruments were valid ($r = 0.430-0.888$) and highly reliable ($\alpha = 0.921$); (2) the N-Gain of the experimental class (0.4498, moderate category) far exceeded that of the control class (0.0678, low category); (3) the posttest t -test ($t = 7.328$; $p = 0.000$) and the N-Gain t -test ($t = 5.451$; $p = 0.000$) rejected H_0 with high significance; (4) Cohen's d reached the large effect size category in all comparisons ($d = 1.28-1.73$); (5) the implementation rate of PM-PjBL reached 92.31% (very high); and (6) the average student collaboration score was 20.36/24, with 55.6% of students in the high category. Qualitative findings from interviews with teachers and students confirmed that PM-PjBL effectively integrates critical thinking and collaboration through project contexts that are authentic and relevant to the lives of students in Kupang, East Nusa Tenggara.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh implementasi Pembelajaran Mendalam berbasis Project Based Learning (PM-PjBL) terhadap keterampilan kolaborasi dan berpikir kritis siswa SMA Negeri 6 Kupang. Desain penelitian menggunakan mixed methods dengan pendekatan sequential explanatory, yang mengintegrasikan kuasi-eksperimen Non-Equivalent Control Group Design (kuantitatif) dan studi kasus instrumental (kualitatif). Sampel terdiri atas 72 siswa kelas X yang dibagi menjadi kelas eksperimen (PM-PjBL) dan kelas kontrol (pembelajaran konvensional). Hasil penelitian menunjukkan: (1) seluruh instrumen valid ($r = 0,430-0,888$) dan sangat reliabel ($\alpha = 0,921$); (2) N-Gain kelas eksperimen (0,4498, kategori sedang) jauh melampaui kelas kontrol (0,0678, kategori rendah); (3) uji-t posttest ($t = 7,328$; $p = 0,000$) dan uji-t N-Gain ($t = 5,451$; $p = 0,000$) menolak H_0 secara sangat signifikan; (4) Cohen's d mencapai kategori besar pada seluruh perbandingan ($d = 1,28-1,73$); (5) keterlaksanaan PM-PjBL mencapai 92,31% (sangat tinggi); dan (6) rata-rata skor kolaborasi siswa adalah 20,36/24 dengan 55,6% siswa pada kategori tinggi. Temuan kualitatif dari wawancara guru dan siswa mengkonfirmasi bahwa PM-PjBL efektif mengintegrasikan berpikir kritis dan kolaborasi melalui konteks proyek yang autentik dan relevan dengan kehidupan siswa di Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Kata Kunci: Pembelajaran Mendalam, Project Based Learning, Keterampilan Kolaborasi, Berpikir Kritis, Mixed Methods.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut perubahan paradigma pembelajaran yang melampaui sekadar penguasaan pengetahuan faktual. Keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher-Order Thinking Skills/HOTS), kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah nyata menjadi kompetensi kunci yang harus dimiliki peserta didik untuk menghadapi dinamika sosial, ekonomi, dan teknologi global [1], [2]. Kebijakan pendidikan nasional Indonesia melalui Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2021 tentang Standar Nasional Pendidikan dan implementasi Kurikulum Merdeka menegaskan tujuan pembentukan Profil Pelajar Pancasila yang mengintegrasikan penguatan karakter, pengembangan kompetensi, dan keterlibatan sosial peserta didik.

Namun demikian, kondisi empiris menunjukkan adanya kesenjangan signifikan antara tuntutan kebijakan dan praktik pembelajaran di kelas. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 mengungkapkan bahwa lebih dari 99% siswa Indonesia hanya mampu menyelesaikan soal pada level 1-3 yang merepresentasikan keterampilan berpikir tingkat rendah [3], [4]. Kondisi serupa ditemukan di SMA Negeri 6 Kupang, di mana observasi awal pada Mei-Juni 2025 menunjukkan bahwa 62,5% guru masih menggunakan pendekatan *teacher-centered*, dengan minimnya pembelajaran kolaboratif dan pengembangan keterampilan berpikir kritis yang sistematis.

Dalam konteks ini, Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) yang dioperasionalkan melalui Project Based Learning (PjBL) dipandang sebagai pendekatan pedagogis yang relevan. Pembelajaran Mendalam, sebagaimana didefinisikan dalam BSKAP [5], merupakan pendekatan yang memuliakan peserta didik melalui suasana belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan dengan melibatkan olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olah raga secara holistik. PjBL sebagai model operasionalnya mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam penyelidikan autentik berbasis permasalahan dunia nyata, membangun keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi secara bersamaan [6], [7], [8].

Secara teoretis, keunggulan pendekatan ini bertumpu pada landasan konstruktivisme sosial Vygotsky [20], yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui interaksi sosial dan scaffolding dalam zona perkembangan proksimal peserta didik. PjBL sendiri secara historis berakar pada teori *experiential learning* yang dirumuskan oleh Dewey [36], yang menegaskan bahwa pembelajaran bermakna terjadi ketika siswa terlibat langsung dalam pengalaman konkret untuk memecahkan masalah otentik. Krajcik dan Shin [30] memperkuat argumen ini dengan menjelaskan bahwa PjBL secara teoretis dirancang untuk mengintegrasikan pertanyaan pemandu (*driving question*), investigasi berkelanjutan, dan artefak nyata sebagai mekanisme yang mendorong konstruksi pengetahuan secara mendalam. Sejalan dengan itu, kerangka Pembelajaran Mendalam menurut Fullan dan Langworthy [27] serta Hermida [28] menegaskan bahwa pembelajaran yang mendalam menuntut pergeseran peran guru dari penyampai informasi menjadi perancang pengalaman belajar yang memungkinkan siswa mengembangkan kompetensi berpikir tingkat tinggi secara holistik. Dukungan empiris terhadap efektivitas PjBL dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 turut dikonfirmasi oleh Eswaran [25] dan Rehman et al. [33], yang menunjukkan bahwa integrasi kolaborasi, kreativitas, dan berpikir kritis dalam struktur proyek secara konsisten meningkatkan keterlibatan dan capaian belajar siswa.

Penelitian ini bertujuan menguji secara empiris pengaruh implementasi Pembelajaran Mendalam berbasis PjBL (PM-PjBL) terhadap keterampilan kolaborasi dan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 6 Kupang, sekaligus menggali mekanisme pedagogis yang melatarbelakangi efektivitas pembelajaran tersebut melalui pendekatan *mixed methods*. Kajian yang memperkuat urgensi penelitian ini antara lain, Isrul et al. [37], dalam studi kuasi-eksperimen pada pembelajaran biologi, menemukan bahwa PjBL yang diorientasikan pada prinsip Pembelajaran Mendalam menghasilkan peningkatan berpikir kritis dan kreatif siswa yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran langsung. Sejalan dengan itu, Taufik et al. [38] melalui meta-analisis *effect size* (Hedges' g 0,88, kategori tinggi) mengonfirmasi bahwa model PjBL berbasis Pembelajaran Mendalam secara konsisten unggul dibandingkan model konvensional dalam meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah dan kritis siswa Indonesia. Studi kualitatif jenjang SMA oleh Agyeman [39] turut menunjukkan bahwa pendekatan pedagogis yang berorientasi pada Pembelajaran Mendalam mendorong partisipasi aktif dan pemahaman yang melampaui level permukaan (*surface-level*) di lingkungan sekolah menengah. Ketiga kajian tersebut, yang seluruhnya dipublikasikan pada rentang tahun 2024-2026, menegaskan bahwa penelitian mengenai efektivitas Pembelajaran Mendalam pada jenjang SMA masih tergolong baru dan berkembang, sehingga memperkuat posisi penelitian ini sebagai kontribusi empiris yang relevan dan tepat waktu.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods dengan desain sequential explanatory, yaitu mengintegrasikan tahap kuantitatif sebagai prioritas awal, kemudian dilanjutkan dengan tahap kualitatif untuk menjelaskan temuan statistik secara mendalam [9]. Tahap kuantitatif menggunakan desain kuasi-eksperimen Non-Equivalent Control Group Design (kelas eksperimen: O1-X-O2; kelas kontrol: O1-O2). Tahap kualitatif menggunakan studi kasus instrumental dengan metode observasi partisipatif, wawancara semi-terstruktur, dan analisis dokumen. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 6 Kupang, NTT, dengan sampel 72 siswa kelas X. Instrumen meliputi tes berpikir kritis (10 item), rubrik observasi kolaborasi (6 indikator), lembar observasi keterlaksanaan PM-PjBL (13 aspek), pedoman wawancara, dan panduan studi dokumen. Analisis kuantitatif meliputi uji Shapiro-Wilk, Levene's Test, independent samples t-test, N-Gain, dan Cohen's d. Analisis kualitatif menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldana [10] dengan triangulasi sumber dan metode.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Sebelum digunakan, seluruh instrumen diuji validitas dan reliabilitasnya. Uji korelasi Pearson Product Moment terhadap 36 responden menunjukkan bahwa seluruh 10 item memiliki nilai r hitung (0,430–0,888) di atas r tabel (0,329), sehingga dinyatakan valid. Nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,921 ($> 0,90$) mengonfirmasi reliabilitas instrumen dalam kategori sangat tinggi [11]. Ringkasan hasil disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Item	r hitung	r tabel	Keputusan	Cronbach's α	Ket.
1A	0,755	0,329	Valid		
1B	0,430	0,329	Valid		
1C–2E	0,508–0,888	0,329	Valid	0,921 (sangat tinggi)	Reliabel

3.1.2. Uji Prasyarat dan Kesetaraan Kemampuan Awal

Uji Shapiro-Wilk menunjukkan seluruh data berdistribusi normal ($p = 0,34–0,54 > 0,05$), dan Levene's Test mengonfirmasi homogenitas varians ($p = 0,27–0,40 > 0,05$). Uji kesetaraan pretest menghasilkan $t = -1,204$; $p = 0,233 > 0,05$, artinya kedua kelompok berangkat dari kemampuan awal yang setara sebelum perlakuan. Dengan terpenuhinya seluruh asumsi parametrik, pengujian hipotesis menggunakan independent samples t-test dapat dijalankan (Tabel 2).

Tabel 2. Uji Normalitas, Homogenitas, dan Kesetaraan Pretest

Data	N	Mean	Shapiro-Wilk (p)	Ket.
Eksperimen – Pretest	36	25,64	0,3401	Normal ✓
Eksperimen – Posttest	36	32,78	0,5412	Normal ✓
Kontrol – Pretest	36	26,94	0,5224	Normal ✓
Kontrol – Posttest	36	27,25	0,5331	Normal ✓
Levene's Test – Pretest	36	—	$p = 0,2946$	Homogen ✓
Levene's Test – Posttest	36	—	$p = 0,2742$	Homogen ✓
Kesetaraan Pretest (t-test)	72	—	$p = 0,2327$	Setara ✓

3.1.3. N-Gain dan Uji Hipotesis

Nilai N-Gain kelas eksperimen (0,4498; kategori sedang) jauh melampaui kelas kontrol (0,0678; kategori rendah) berdasarkan formula Hake [12]. Uji-t posttest menghasilkan $t = 7,328$ ($p = 0,000$), dan uji-t N-Gain menghasilkan $t = 5,451$ ($p = 0,000$), keduanya menolak H_0 pada taraf $\alpha = 0,05$. Selisih rata-rata posttest sebesar 5,53 poin (32,78 vs. 27,25) mencerminkan keunggulan substantif kelas eksperimen (Tabel 3).

Tabel 3. Rekapitulasi N-Gain dan Hasil Uji Hipotesis

Kelompok	Mean Pre	Mean Post	N-Gain	t-hitung	Sig. (p)	Ket.
Eksperimen (PM-PjBL)	25,64	32,78	0,4498 (sedang)	7,328	0,000	Ha Diterima ✓
Kontrol (Konvensional)	26,94	27,25	0,0678 (rendah)	—	—	—
Uji-t N-Gain	—	—	—	5,451	0,000	Ha Diterima ✓

3.1.4. Ukuran Dampak (Effect Size) dan Keterlaksanaan PM-PjBL

Seluruh nilai Cohen's d berada pada kategori besar ($d = 1,28-1,73$), jauh melampaui rata-rata meta-analisis PjBL internasional ($d = 0,35-0,60$), menunjukkan pengaruh praktis yang sangat kuat [13]. Keterlaksanaan PM-PjBL mencapai 92,31% (36/39 poin) dengan seluruh delapan fase PjBL terlaksana sesuai prinsip. Tiga aspek yang memperoleh skor 2/3 — pertanyaan pemantik, kolaborasi daring, dan umpan balik formatif — disebabkan faktor eksternal (libur keagamaan dan penggantian guru sementara) yang tidak berkaitan dengan desain model (Tabel 4).

Tabel 4. Effect Size (Cohen's d) dan Keterlaksanaan PM-PjBL

Perbandingan	Cohen's d	Kategori	Keterlaksanaan PM-PjBL
Pre→Post Eksperimen	1,6575	Besar	Skor: 36/39 = 92,31%
Posttest: Eksp vs Kontrol	1,7272	Besar	Kategori: Sangat Tinggi
N-Gain: Eksp vs Kontrol	1,2849	Besar	8 fase PjBL terlaksana penuh

3.1.5. Keterampilan Kolaborasi dan Temuan Kualitatif

Penilaian keterampilan kolaborasi kelas eksperimen ($n = 36$) menggunakan rubrik enam indikator (skala 1–4) menghasilkan rata-rata skor 20,36/24. Sebanyak 55,6% siswa berada pada kategori kolaborasi tinggi (skor 22–24). Wawancara dengan 8 guru dan 6 siswa mengkonfirmasi efektivitas PM-PjBL secara kualitatif. Seluruh guru menyatakan PM-PjBL efektif mengintegrasikan berpikir kritis dan kolaborasi, meskipun mengidentifikasi tantangan manajemen waktu, heterogenitas kesiapan siswa, dan keterbatasan sumber daya. Seluruh siswa (100%) menginginkan pembelajaran serupa diterapkan kembali karena meningkatkan pemahaman statistika melalui penerapan masalah nyata konteks NTT. Studi dokumen terhadap perangkat pembelajaran 8 guru menunjukkan 75% sangat baik dan 25% baik, mencerminkan kesiapan institusional yang memadai (Tabel 5).

Tabel 5. Kolaborasi Siswa dan Temuan Kualitatif Utama

Aspek	Hasil	Satuan	Temuan Kualitatif Utama
Rata-rata skor kolaborasi	20,36/24	Skor	Seluruh guru (8 orang) menilai PM-PjBL efektif mengintegrasikan berpikir kritis dan kolaborasi
Kategori tinggi (skor 22–24)	55,6%	Siswa	Tantangan guru: manajemen waktu, kesiapan siswa beragam, keterbatasan sumber daya
Siswa ingin PM-PjBL diterapkan kembali	100%	Siswa	Siswa: pembelajaran lebih bermakna, meningkatkan pemahaman statistika melalui konteks NTT nyata
Studi dokumen perangkat pembelajaran	75%	Guru	75% guru memiliki perangkat sangat baik; 25% baik; mencerminkan kesiapan institusional memadai

3.2. Pembahasan

Temuan penelitian ini secara konsisten menunjukkan bahwa implementasi Pembelajaran Mendalam berbasis Project Based Learning (PM-PjBL) memberikan pengaruh yang signifikan dan besar terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa SMA Negeri 6 Kupang. Hal ini tercermin dari nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,4498 (kategori sedang) yang jauh melampaui kelas kontrol sebesar 0,0678 (kategori rendah), didukung oleh uji-t posttest ($t = 7,328$; $p = 0,000$) dan uji-t N-Gain ($t = 5,451$; $p = 0,000$). Capaian ini sejalan dengan sintesis meta-analisis Strobel dan van Barneveld [14] yang menegaskan bahwa PjBL secara konsisten unggul dibandingkan pembelajaran konvensional dalam pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Lebih lanjut, Kokotsaki et al. [7] mengemukakan bahwa keterlibatan siswa dalam penyelidikan autentik berbasis masalah nyata—sebagaimana yang diterapkan dalam penelitian

ini melalui konteks permasalahan sampah sekolah dan pariwisata NTT—mendorong aktivasi proses metakognitif yang menjadi fondasi berpikir kritis menurut kerangka Facione [15].

Nilai Cohen's *d* yang berkisar antara 1,28–1,73 (kategori besar menurut Sawilowsky [13]) merupakan temuan yang paling menonjol dalam penelitian ini, karena jauh melampaui rata-rata effect size meta-analisis PjBL internasional ($d = 0,35–0,60$). Keunggulan ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor sinergis. Pertama, tingkat keterlaksanaan PM-PjBL yang mencapai 92,31% (kategori sangat tinggi) mengindikasikan fidelitas implementasi yang optimal, yang menurut Borman et al. [16] merupakan prediktor kritis terhadap besarnya dampak suatu inovasi pembelajaran. Kedua, penggunaan data autentik yang kontekstual—yakni isu-isu lokal NTT yang relevan secara personal bagi siswa—terbukti membangun relevansi intrinsik yang meningkatkan motivasi belajar, sebagaimana dijelaskan oleh teori Self-Determination Deci dan Ryan [17]. Ketiga, prinsip-prinsip Pembelajaran Mendalam dari Fullan et al. [8] yang diintegrasikan secara holistik—melibatkan olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olah raga—menciptakan pengalaman belajar yang melampaui sekadar pencapaian kognitif.

Selain berpikir kritis, keterampilan kolaborasi siswa juga menunjukkan perkembangan yang substansial. Rata-rata skor kolaborasi siswa kelas eksperimen mencapai 20,36 dari skor maksimal 24, dengan 55,6% siswa berada pada kategori tinggi. Hasil ini mengonfirmasi pandangan Johnson dan Johnson [18] bahwa interaksi kooperatif yang terstruktur dalam pembelajaran berbasis proyek secara langsung mengembangkan kompetensi sosial siswa melalui mekanisme saling ketergantungan positif dan tanggung jawab individual. Struktur proyek kolaboratif dalam PM-PjBL mensyaratkan siswa untuk bernegosiasi, berbagi peran, dan mengintegrasikan perspektif yang beragam—proses yang menurut Le et al. [19] terbukti meningkatkan kualitas interaksi sosial dan hasil belajar secara bersamaan. Temuan ini juga beresonansi dengan perspektif Vygotsky [20] tentang Zone of Proximal Development, di mana kolaborasi antarsiswa yang difasilitasi secara scaffolded menciptakan ruang perkembangan kognitif yang tidak dapat dicapai secara individual.

Konfirmasi kualitatif dari wawancara terhadap delapan guru dan enam siswa memperkuat validitas temuan kuantitatif secara triangulasi. Seluruh guru menyatakan PM-PjBL efektif mengintegrasikan berpikir kritis dan kolaborasi, meskipun mengidentifikasi tantangan berupa manajemen waktu, heterogenitas kesiapan siswa, keterbatasan sumber daya, dan beban administratif. Tantangan-tantangan ini sejalan dengan temuan Condiliffe et al. [21] yang mencatat hambatan implementasi PjBL di konteks sekolah menengah, dan menunjukkan bahwa keberhasilan PM-PjBL di SMA Negeri 6 Kupang dicapai tidak secara otomatis, melainkan melalui upaya pedagogis yang terencana dan disiplin dalam menghadapi kendala kontekstual. Di sisi siswa, pengalaman belajar yang lebih bermakna dan relevan—terutama yang berkaitan dengan isu-isu lokal NTT—menunjukkan bahwa kontekstualisasi lokal bukan sekadar ornamen pedagogis, melainkan komponen inti yang menentukan kebermaknaan belajar sebagaimana dikemukakan Ausubel [22] dalam teori Meaningful Learning-nya.

Dari perspektif kebijakan pendidikan, temuan ini memiliki relevansi langsung terhadap implementasi Kurikulum Merdeka dan Profil Pelajar Pancasila. PM-PjBL secara operasional menerjemahkan prinsip-prinsip Pembelajaran Mendalam sebagaimana dirumuskan dalam BSKAP [5] ke dalam praktik kelas yang terukur dan dapat direplikasi. Fakta bahwa intervensi ini berhasil dilaksanakan di konteks sekolah menengah di wilayah 3T seperti Kupang, NTT—dengan segala keterbatasan infrastruktur dan sumber daya yang menyertainya—mengindikasikan potensi skalabilitas model ini di konteks-konteks serupa di Indonesia Timur. Studi lebih lanjut dengan sampel yang lebih besar dan variabel moderator yang lebih beragam diperlukan untuk memverifikasi generalisabilitas temuan ini.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sejumlah kesimpulan penting terkait implementasi Pembelajaran Mendalam berbasis Project Based Learning (PM-PjBL) di SMA Negeri 6 Kupang. Pertama, PM-PjBL terbukti secara statistik berpengaruh sangat signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* eksperimen (0,4498, kategori sedang) yang jauh melampaui kelompok kontrol (0,0678, kategori rendah), dengan uji-*t* posttest ($t = 7,328$; $p = 0,000$) dan nilai Cohen's *d* sebesar 1,28–1,73 yang termasuk kategori efek besar.

Kedua, PM-PjBL secara efektif mengembangkan keterampilan kolaborasi siswa, dengan rata-rata skor kolaborasi 20,36/24 dan 55,6% siswa mencapai kategori tinggi, yang mengonfirmasi bahwa struktur proyek kolaboratif mendorong berkembangnya kompetensi kerja sama secara organik dalam proses pembelajaran.

Ketiga, tingkat keterlaksanaan PM-PjBL yang mencapai 92,31% (kategori sangat tinggi) mengindikasikan bahwa model ini layak dan dapat diimplementasikan secara konsisten di konteks sekolah menengah di wilayah NTT, meskipun terdapat tantangan berupa manajemen waktu, heterogenitas kesiapan siswa, dan keterbatasan sumber daya.

Keempat, temuan kualitatif mengkonfirmasi bahwa faktor kontekstualisasi lokal—penggunaan data autentik berbasis isu-isu NTT—merupakan komponen kunci yang meningkatkan relevansi dan kebermaknaan belajar bagi siswa, sehingga menghasilkan motivasi intrinsik yang mendukung capaian kognitif yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa PM-PjBL merupakan model pembelajaran yang efektif, kontekstual, dan berpotensi untuk diadopsi secara lebih luas dalam kerangka implementasi Kurikulum Merdeka, khususnya di sekolah-sekolah di kawasan Indonesia Timur. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh PM-PjBL pada mata pelajaran dan jenjang pendidikan yang lebih beragam, serta mengujicobakan model ini dengan kelompok sampel yang lebih besar guna memperkuat generalisabilitas temuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala SMA Negeri 6 Kupang, seluruh guru mata pelajaran, dan siswa kelas X yang telah berpartisipasi aktif dalam penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Program Pascasarjana Pendidikan IPS Universitas Nusa Cendana Kupang atas dukungan akademik yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. Wigati, "Developing higher-order thinking skills in mathematics education," *Indonesian J. Sci. Math. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 12–25, 2023.
- [2] S. Rahayu, "Higher-order thinking skills in Indonesian classrooms: Challenges and strategies," *J. Educ. Learn.*, vol. 18, no. 2, pp. 45–58, 2024.
- [3] T. T. Wijaya, W. Hidayat, N. Hermita, J. A. Alim, and C. A. Talib, "Exploring contributing factors to PISA 2022 mathematics achievement: Insights from Indonesian teachers," *Infinity J.*, vol. 13, no. 1, pp. 139–156, 2024.
- [4] D. Darmawijoyo, "Exploring contributing factors to PISA 2022 mathematics achievement," *Infinity J.*, vol. 13, no. 1, pp. 139–156, 2025.
- [5] Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP), *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2025.
- [6] J. Larmer, J. R. Mergendoller, and S. Boss, *Setting the Standard for Project-Based Learning*. Alexandria, VA, USA: ASCD, 2015.
- [7] D. Kokotsaki, V. Menzies, and A. Wiggins, "Project-based learning: A review of the literature," *Improving Schools*, vol. 19, no. 3, pp. 267–277, 2016, doi: 10.1177/1365480216659733.
- [8] M. Fullan, J. Quinn, and J. McEachen, *Deep Learning: Engage the World, Change the World*. Thousand Oaks, CA, USA: Corwin Press, 2020.
- [9] J. W. Creswell and V. L. Plano Clark, *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2018.
- [10] M. B. Miles, A. M. Huberman, and J. Saldana, *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2014.
- [11] D. George and P. Mallery, *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 4th ed. Boston, MA, USA: Allyn & Bacon, 2003.
- [12] R. R. Hake, "Analyzing change/gain scores," *American Educational Research Association, Division D, Measurement and Research Methodology*, 1999.
- [13] S. S. Sawilowsky, "New effect size rules of thumb," *J. Mod. Appl. Stat. Methods*, vol. 8, no. 2, pp. 597–599, 2009.
- [14] J. Strobel and A. van Barneveld, "When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms," *Interdiscip. J. Probl.-Based Learn.*, vol. 3, no. 1, pp. 44–58, 2009.
- [15] P. A. Facione, *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. Millbrae, CA, USA: American Philosophical Association, 1990.

- [16] G. D. Borman, G. M. Hewes, L. T. Overman, and S. Brown, "Comprehensive school reform and achievement: A meta-analysis," *Rev. Educ. Res.*, vol. 73, no. 2, pp. 125–230, 2003, doi: 10.3102/00346543073002125.
- [17] E. L. Deci and R. M. Ryan, "The 'what' and 'why' of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior," *Psychol. Inq.*, vol. 11, no. 4, pp. 227–268, 2000.
- [18] D. W. Johnson and R. T. Johnson, "An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning," *Educ. Res.*, vol. 38, no. 5, pp. 365–379, 2009.
- [19] H. Le, J. Janssen, and T. Wubbels, "Collaborative learning practices and student achievement," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 29, no. 3, pp. 539–559, 2017.
- [20] L. S. Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA, USA: Harvard Univ. Press, 1978.
- [21] B. Condliffe, J. Quint, M. G. Visher, M. R. Bangser, S. Drohojowska, L. Saco, and E. Nelson, *Project-Based Learning: A Literature Review*. New York, NY, USA: MDRC, 2017.
- [22] D. P. Ausubel, *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York, NY, USA: Grune & Stratton, 1963.
- [23] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- [24] Y. Duan, "Mathematics deep learning teaching based on analytic hierarchy process," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/3070791.
- [25] U. Eswaran, "Project-based learning: Fostering collaboration, creativity, and critical thinking," in *Enhancing Education With Intelligent Systems and Data-Driven Instruction*. Hershey, PA, USA: IGI Global, 2024, pp. 23–43.
- [26] A. Field, *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*, 5th ed. London, U.K.: SAGE, 2018.
- [27] M. Fullan and M. Langworthy, *A Rich Seam: How New Pedagogies Find Deep Learning*. London, U.K.: Pearson, 2018.
- [28] J. Hermida, "Facilitating deep learning: Pathways to success for university and college teachers," *Coll. Teach.*, vol. 62, no. 3, pp. 101–108, 2014.
- [29] D. Junita, A. Prasetyo, and M. Setiyo, "Development of collaboration skill indicators in senior high school," *Jurnal Pendidikan*, vol. 22, no. 3, pp. 189–205, 2021.
- [30] J. Krajcik and N. Shin, "Project-based learning," in *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, 2nd ed., R. K. Sawyer, Ed. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2014, pp. 275–297.
- [31] F. Naseer, R. Tariq, H. M. Alshahrani, N. Alruwais, and F. N. Al-Wesabi, "Project based learning framework integrating industry collaboration to enhance student future readiness in higher education," *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, 2025.
- [32] N. M. Razali and Y. B. Wah, "Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests," *J. Stat. Model. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–33, 2011.
- [33] N. Rehman, X. Huang, A. Mahmood, M. A. M. AlGerafi, and S. Javed, "Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom," *Heliyon*, vol. 10, no. 23, 2024.
- [34] W. R. Shadish, T. D. Cook, and D. T. Campbell, *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston, MA, USA: Houghton Mifflin, 2002.
- [35] R. Yusri, A. M. Yusof, and A. Sharina, "A systematic literature review of project-based learning: Research trends, methods, elements, and frameworks," *Int. J. Eval. Res. Educ.*, vol. 13, no. 5, pp. 3345–3359, 2024.
- [36] J. Dewey, *Experience and Education*. New York, NY, USA: Macmillan, 1938.
- [37] M. Isrul, et al., "Deep learning in biotechnology: Comparing PjBL and direct instruction on students' critical and creative thinking skills," *Edubiotik: J. Pendidikan, Biologi dan Terapan*, vol. 11, no. 1, pp. 68–75, 2026, doi: 10.33503/ebio.v11i01.3140.

- [38] Taufik, M. E. Nurtamam, Dewanto, and T. A. Santosa, "The effectiveness of deep learning based PjBL on student's scientific and critical thinking skills at Indonesia," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 11, no. 9, pp. 228\u2013236, 2025, doi: 10.29303/jppipa.v11i9.12857.
- [39] N. Y. B. Agyeman, "Deep learning in high schools: Exploring pedagogical approaches for transformative education," *Humanika: Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, vol. 24, no. 2, pp. 111\u2013126, 2024, doi: 10.21831/hum.v24i2.71350.