Evaluation of project-based mathematics learning: experience and reflection

Dandi Pratama Sadewa[1], Syifani Aulia[2], Mutiara Rifda Salsabila[3]
[1,2,3]Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia
Email: dandipratamasadewa6@gmail.com; syifaniauliaa@gmail.com; mrifdasalsabila@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pelaksanaan pembelajaran matematika berbasis proyek (*Project-Based Learning*) dengan berfokus pada pengalaman dan refleksi peserta didik serta guru. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui telaah kepustakaan dan analisis dokumen terkait implementasi pembelajaran berbasis proyek pada mata pelajaran matematika. Subjek kajian mencakup pengalaman empiris peserta didik dan guru yang terlibat dalam pembelajaran matematika berbasis proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran matematika berbasis proyek mampu meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik, memfasilitasi pemahaman konsep matematika yang lebih mendalam, serta mendorong kolaborasi antarsiswa. Peserta didik menunjukkan pengalaman belajar yang positif, termasuk peningkatan motivasi belajar, kreativitas, dan keterampilan berpikir kritis. Namun demikian, ditemukan pula sejumlah tantangan dalam pelaksanaannya, seperti pengelolaan waktu yang cukup panjang dan kesulitan sebagian siswa dalam mengaplikasikan konsep matematika ke dalam tugas proyek. Refleksi guru menunjukkan bahwa terlepas dari kendala tersebut, pendekatan ini membuka peluang inovasi pengajaran serta meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian ini merekomendasikan penerapan pembelajaran berbasis proyek secara lebih luas dalam kurikulum matematika dengan dukungan pelatihan dan perencanaan yang matang bagi guru.

Kata Kunci: evaluasi pembelajaran; matematika berbasis proyek; pendidikan matematika; pengalaman siswa; refleksi guru

ABSTRACT

This study aims to evaluate the implementation of project-based mathematics learning by focusing on the experiences and reflections of students and teachers. This study uses a descriptive qualitative approach through a literature review and document analysis related to the implementation of project-based learning in mathematics subjects. The study subjects include the empirical experiences of students and teachers involved in project-based mathematics learning. The results show that project-based mathematics learning can increase active student engagement, facilitate a deeper understanding of mathematical concepts, and encourage collaboration between students. Students demonstrated positive learning experiences, including increased learning motivation, creativity, and critical thinking skills. However, several challenges were also found in its implementation, such as relatively long time management and difficulties for some students in applying mathematical concepts to project assignments. Teacher reflections indicate that despite these obstacles, this approach opens up opportunities for teaching innovation and improves student learning outcomes. This study recommends the wider implementation of project-based learning in the mathematics curriculum with the support of thorough training and planning for teachers.

Keywords: learning evaluation; mathematics education; project-based mathematics; student experience; teacher reflection

Corresponding Author:
Dandi Pratama Sadewa,
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,
Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan, Sumatera Utara 20238, Indonesia
Email: dandipratamasadewa6@gmail.com

1. INTRODUCTION

Keberhasilan pembangunan suatu bangsa, termasuk Indonesia, sangat ditentukan oleh kemajuan di bidang pendidikan yang bertujuan mencerdaskan kehidupan masyarakat. Pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar serta proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya, sehingga memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan bagi dirinya dan masyarakat. Melalui pendidikan yang berkualitas, peserta didik diarahkan untuk memahami konsep secara mendalam dan berpikir kritis. Dengan demikian, pendidikan juga dapat dimaknai sebagai proses pengembangan kapasitas individu agar mampu berperan secara produktif dalam kehidupan bermasyarakat (Al Awab et al., 2021; Musanna, 2017).

Dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan nasional, pemerintah menyusun dan mengimplementasikan kebijakan Merdeka Belajar. Merdeka Belajar merupakan proses pendidikan yang memberikan keleluasaan kepada pendidik dan peserta didik untuk mengeksplorasi serta mengembangkan potensi siswa melalui pengaitan materi pembelajaran dengan konteks lingkungan dan budaya sekitar (Daga, 2021). Kebijakan ini bertujuan menghadirkan proses pembelajaran yang menyenangkan sekaligus menghasilkan luaran keterampilan yang selaras dengan minat dan bakat peserta didik (Ainia, 2020; Wibowo et al., 2022).

Salah satu upaya nyata guru dalam mewujudkan semangat Merdeka Belajar adalah menyajikan pembelajaran melalui berbagai model inovatif yang disesuaikan dengan potensi dan motivasi belajar siswa. Model pembelajaran berfungsi sebagai pedoman sistematis yang memuat langkah-langkah kegiatan belajar guna mengoptimalkan capaian belajar peserta didik (Khoerunnisa & Aqwal, 2020). Salah satu model yang relevan diterapkan adalah model pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*). Pembelajaran berbasis proyek merupakan proses belajar yang membangun pemahaman siswa secara utuh dengan mengaitkan materi pada kehidupan sehari-hari, mendiskusikan permasalahan secara mandiri maupun berkelompok, serta menghasilkan suatu karya nyata. Tahapan utama dalam model ini meliputi pengembangan minat dan penentuan proyek, pelaksanaan penyelidikan untuk menyelesaikan proyek, serta penarikan simpulan dan penyajian produk yang dihasilkan (Wibowo et al., 2022).

Penerapan pembelajaran berbasis proyek dinilai sangat tepat pada mata pelajaran matematika, salah satunya pada materi bangun ruang di kelas V Sekolah Dasar. Materi bangun ruang membahas objek geometri tiga dimensi yang memiliki volume serta dibatasi oleh sisi-sisi tertentu, yang secara garis besar terbagi menjadi bangun ruang sisi datar dan bangun ruang sisi lengkung (Putri & Pujiastuti, 2021). Dalam praktik di kelas, siswa kerap mengalami kesulitan memahami sifat-sifat bangun ruang apabila guru hanya menyampaikan materi secara konvensional, sehingga siswa kurang termotivasi dan memandang matematika sebagai pelajaran yang sulit. Untuk mengatasi kecenderungan pasif tersebut, penerapan model pembelajaran berbasis proyek sangat diperlukan agar siswa tertantang memecahkan masalah secara kolaboratif (Anggraini & Wulandari, 2021; Wibowo et al., 2022).

Secara keilmuan, matematika merupakan disiplin ilmu mandiri yang berfokus pada penalaran logis serta berfungsi sebagai bahasa dan fondasi bagi berbagai cabang ilmu pengetahuan lainnya, seperti fisika, kimia, biologi, teknik, komputer, industri, ekonomi, kedokteran, dan pertanian. Pada tingkat dasar, matematika mencakup aritmetika (ilmu hitung), geometri (ilmu ukur), dan aljabar. Matematika tidak sekadar berkaitan dengan perhitungan bilangan, tetapi juga membantu manusia memahami keteraturan alam semesta, sebagaimana ungkapan *"Mathematics is the majestic structure conceived by man to grant him comprehension of the universe"* (Al Awab et al., 2021; Siagian, 2016).

Dalam proses pembelajaran di sekolah, matematika berfungsi sebagai sarana bagi peserta didik untuk mencapai kompetensi melalui pemodelan persamaan maupun tabel yang menyederhanakan persoalan kontekstual. Tujuan pengajaran matematika di sekolah meliputi tiga aspek utama, yaitu: (1) menekankan kemampuan penalaran logis dan pembentukan karakter peserta didik; (2) mengembangkan kecakapan pemecahan masalah (*problem solving*) serta penerapan matematika dalam kehidupan nyata; dan (3) menumbuhkan aktivitas kreatif yang melibatkan imajinasi, intuisi, rasa ingin tahu, serta kemampuan membuat prediksi (Al Awab et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran berbasis proyek yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam mengeksplorasi pengetahuannya dan guru sebagai fasilitator, sehingga penelitian ini bertujuan mengevaluasi definisi, karakteristik, langkah pelaksanaan, serta kelebihan dan kekurangan pembelajaran matematika berbasis proyek berdasarkan pengalaman dan refleksi di lapangan.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengevaluasi implementasi pembelajaran matematika berbasis proyek (*Project-Based Learning*) dengan menitikberatkan pada pengalaman belajar peserta didik serta refleksi guru. Pendekatan kualitatif dipilih karena mampu menggali

secara mendalam dinamika proses pembelajaran, keterlibatan siswa, serta tantangan empiris yang dihadapi dalam penerapan proyek matematika.

Pengumpulan data dilakukan melalui telaah dokumentasi dan studi kepustakaan terhadap berbagai hasil penelitian empiris, observasi pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek, serta refleksi pengalaman guru dan peserta didik pada jenjang pendidikan dasar dan menengah. Sumber data mencakup artikel jurnal ilmiah terakreditasi, buku rujukan pedagogik, serta dokumen kurikulum yang membahas penerapan dan evaluasi *Project-Based Learning* dalam pembelajaran matematika.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif melalui tahapan identifikasi tema, klasifikasi temuan, dan sintesis reflektif. Fokus analisis diarahkan pada empat dimensi utama, yaitu: (1) konsep dan definisi pembelajaran berbasis proyek; (2) karakteristik pembelajaran berbasis proyek; (3) tahapan operasional pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek; serta (4) evaluasi kelebihan, kekurangan, dan refleksi penilaian proyek dalam pembelajaran matematika.

3. RESULTS AND DISCUSSION

A. Definisi Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek (Project-Based Learning)

Pembelajaran berbasis proyek atau *Project-Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek atau rangkaian kegiatan nyata sebagai media bagi peserta didik untuk mentransfer pengetahuan dan keterampilan melalui proses penemuan (*inquiry*) yang dipandu oleh pertanyaan-pertanyaan terstruktur (Mahendra, 2017). Model ini berorientasi pada pemecahan masalah autentik di kehidupan sehari-hari. Menurut Isnaniah (2017), pembelajaran berbasis proyek menjadikan permasalahan nyata sebagai langkah awal bagi siswa untuk mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman beraktivitas secara langsung (Al Awab et al., 2021).

Selain itu, model *Project-Based Learning* berfokus pada penciptaan produk nyata yang melibatkan partisipasi aktif peserta didik sepanjang proses pembelajaran. Trianto (2014) menjelaskan bahwa PjBL merupakan pembelajaran inovatif yang berpusat pada siswa (*student-centered*) dan menempatkan guru sebagai motivator sekaligus fasilitator. Sejalan dengan pandangan tersebut, Thomas (2000) menyatakan bahwa PjBL mengorganisasikan pembelajaran di seputar tugas proyek yang melibatkan siswa dalam penyelidikan konstruktif. Lebih lanjut, menerangkan bahwa dalam PjBL, peserta didik mencari solusi atas permasalahan kompleks dengan cara mengajukan pertanyaan, mendiskusikan gagasan, menganalisis informasi, serta merancang artefak atau karya. Chiang dan Lee (2016) turut menegaskan bahwa PjBL menghadapkan siswa pada situasi autentik untuk mengeksplorasi dan menerapkan konsep pelajaran pada masalah nyata (Al Awab et al., 2021).

Pembelajaran berbasis proyek juga mengintegrasikan berbagai bidang keilmuan—seperti sains, teknologi, kemasyarakatan, dan matematika—melalui ruang diskusi yang produktif sehingga membangkitkan semangat belajar siswa serta meningkatkan efektivitas pengajaran (Munawaroh et al., 2012). Karena siswa diberikan ruang yang luas untuk mengeksplorasi pengetahuannya secara mandiri, penerapan PjBL tidak hanya berdampak pada peningkatan hasil belajar kognitif, tetapi juga menumbuhkan motivasi dan antusiasme belajar peserta didik (Al Awab et al., 2021).

Secara operasional, *Project-Based Learning* merupakan investigasi mendalam terhadap suatu topik dunia nyata yang dilaksanakan melalui enam tahapan inti, yaitu penentuan pertanyaan mendasar, penyusunan perencanaan proyek, penyusunan jadwal, pemantauan (*monitoring*), pengujian hasil, dan evaluasi pengalaman. Model ini menekankan kegiatan belajar yang berdurasi memadai, bersifat holistik-interdisipliner, berpusat pada pembelajar, serta terintegrasi dengan isu-isu nyata sehingga melahirkan pemahaman konsep yang bertahan lama. Oleh sebab itu, penerapan model pembelajaran berbasis proyek pada mata pelajaran matematika terbukti mampu membangun nilai karakter peserta didik, terutama kreativitas, kemandirian, dan rasa ingin tahu (Cahyanti et al., 2024).

B. Karakteristik Pembelajaran Berbasis Proyek

Model pembelajaran berbasis proyek memiliki sejumlah karakteristik khusus yang membedakannya dari pembelajaran konvensional. Merujuk pada pedoman Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2013), karakteristik *Project-Based Learning* meliputi: (a) peserta didik mengambil keputusan mengenai kerangka kerja proyek; (b) adanya permasalahan atau tantangan nyata yang diajukan kepada peserta didik; (c) peserta didik merancang proses untuk menemukan solusi atas tantangan tersebut; (d) peserta didik secara kolaboratif bertanggung jawab mengakses dan mengelola informasi; (e) proses evaluasi dilaksanakan secara kontinu; (f) peserta didik secara berkala melakukan refleksi atas kegiatan yang telah dijalankan; (g) produk akhir aktivitas belajar dievaluasi secara terukur; dan (h) lingkungan pembelajaran bersifat terbuka serta toleran terhadap perbaikan maupun perubahan (Al Awab et al., 2021; Khanifah et al., 2019).

Sejalan dengan hal tersebut, Buck Institute for Education (dalam Hosnan, 2014) merinci sepuluh karakteristik *Project-Based Learning*, yaitu: (1) siswa mengambil keputusan sendiri dalam kerangka kerja yang

telah disepakati; (2) siswa berupaya memecahkan masalah terbuka (*ill-structured problem*) yang tidak memiliki satu jawaban tunggal; (3) siswa terlibat dalam merancang tahapan pencarian solusi; (4) siswa didorong untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, berkolaborasi, dan berkomunikasi; (5) siswa bertanggung jawab mengumpulkan serta mengelola informasi secara mandiri; (6) pelibatan praktisi atau narasumber relevan dalam sesi tertentu untuk memperkaya wawasan siswa; (7) pelaksanaan evaluasi secara berkesinambungan sepanjang proyek berlangsung; (8) kegiatan refleksi rutin oleh siswa terhadap proses dan hasil kerjanya; (9) penyajian produk akhir proyek—baik berupa benda konkret, model matematika, maupun presentasi—di hadapan khalayak untuk dievaluasi kualitasnya; serta (10) penciptaan suasana kelas yang konstruktif terhadap umpan balik dan revisi (Al Awab et al., 2021; Nurfitriyanti, 2016).

Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa PjBL berfokus pada pengembangan daya pikir tingkat tinggi yang memungkinkan peserta didik bekerja secara kreatif, terampil, dan kolaboratif. Menurut Sunita et al. (2019), keunggulan karakteristik PjBL terletak pada kemampuannya memberikan pengalaman belajar sesuai kondisi nyata, melatih siswa mengolah informasi untuk menyelesaikan masalah, serta menciptakan suasana kelas yang menyenangkan. Sebaliknya, tantangan utamanya meliputi kebutuhan akan kesiapan profesional guru, ketersediaan fasilitas dan bahan proyek yang memadai, serta upaya memastikan partisipasi merata dari seluruh anggota kelompok (Sutrisna et al., 2020).

C. Langkah-Langkah Pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Proyek

Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek memerlukan tahapan yang terstruktur agar tujuan pembelajaran matematika tercapai secara optimal. Khanifah et al. (2019) menguraikan tujuh langkah operasional PjBL, yaitu: (1) tahap persiapan di luar jam pelajaran, di mana guru menyiapkan kondisi kelas, sumber dan media belajar, pijakan proyek, serta deskripsi tugas proyek; (2) tahap identifikasi masalah, di mana siswa melakukan pengamatan terhadap objek tertentu lalu merumuskan pertanyaan masalah; (3) tahap perancangan proyek, di mana siswa berkolaborasi dengan kelompok dan guru untuk menyusun jadwal serta desain pelaksanaan proyek; (4) tahap penyelidikan awal, di mana siswa mengumpulkan dan menganalisis data yang relevan sebagai dasar pengembangan produk; (5) tahap peninjauan dan perbaikan produk, di mana siswa menguji prototipe awal, mengidentifikasi kelemahan, serta memperbaikinya berdasarkan masukan guru dan rekan sejawat; (6) tahap penyelesaian akhir (*finalization*), di mana produk disempurnakan hingga siap dipublikasikan; dan (7) tahap evaluasi dan penguatan, di mana guru memberikan penilaian serta umpan balik atas produk yang dihasilkan siswa (Al Awab et al., 2021).

Berdasarkan sintesis pandangan para ahli (Al Awab et al., 2021), siklus pelaksanaan *Project-Based Learning* di kelas dapat dirangkum ke dalam enam langkah utama, yaitu: (1) penentuan pertanyaan mendasar (*essential question*) yang memotivasi siswa dan mengaitkan materi matematika dengan kehidupan sehari-hari; (2) penyusunan desain perencanaan proyek secara bersama-sama antara guru dan siswa, mencakup aturan kerja serta pemilihan alat dan bahan; (3) penyusunan jadwal kegiatan (*create a schedule*) yang memuat target waktu penyelesaian proyek secara terukur; (4) pemantauan kemajuan proyek (*monitor the students and the progress of the project*), di mana guru berperan aktif memfasilitasi dan membimbing siswa selama proses pengerjaan; (5) pengujian hasil (*assess the outcome*) untuk mengukur ketercapaian kriteria ketuntasan belajar siswa; serta (6) evaluasi pengalaman belajar (*evaluate the experience*), di mana guru dan siswa melakukan refleksi individu maupun kelompok untuk mendiskusikan temuan baru, memperbaiki kinerja, serta mengungkapkan pengalaman selama menyelesaikan proyek.

Melalui tahapan yang mewajibkan siswa menghasilkan karya nyata tersebut, model PjBL terbukti meningkatkan motivasi belajar, kecakapan pemecahan masalah, dan kerja sama tim (Saputro & Rahayu, 2020). Hal ini diperkuat oleh yang menekankan bahwa keenam langkah PjBL—mulai dari pemberian rangsangan pertanyaan mendasar, perumusan rencana kerja, penjadwalan, pemantauan untuk meminimalkan risiko kesalahan konsep, pengujian hipotesis/produk, hingga penarikan simpulan (*generalization*)—membentuk alur berpikir ilmiah yang sistematis bagi peserta didik (Sutrisna et al., 2020).

D. Kelebihan, Kekurangan, dan Evaluasi Pembelajaran Berbasis Proyek

Hasil refleksi dan kajian empiris menunjukkan bahwa penerapan *Project-Based Learning* memiliki berbagai kelebihan strategis sekaligus sejumlah tantangan yang perlu diantisipasi oleh guru. mengungkapkan bahwa penerapan PjBL melatih peserta didik mengonstruksi opini dan kritik secara terbuka, saling mendukung dalam kerja kelompok, serta menyajikan hasil karya secara optimal. Rangkaian aktivitas PjBL secara langsung menumbuhkan keterampilan abad ke-21 (*4C*), yang meliputi berpikir kreatif (*creative thinking*), komunikasi (*communication*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), serta kolaborasi (*collaboration*) (Dewi, 2022).

Lebih lanjut, Sumarni (2015) dan Dewi (2022) mengidentifikasi tujuh kelebihan utama model pembelajaran berbasis proyek, yaitu: (1) meningkatkan motivasi belajar siswa, sebagaimana dikonfirmasi oleh studi Chiang dan Lee (2016); (2) meningkatkan kemampuan belajar secara kooperatif dan kolaboratif; (3) menumbuhkan kreativitas peserta didik; (4) meningkatkan capaian akademik dan hasil belajar siswa, sejalan dengan temuan Khoiri et al. (2016) serta Fahrezi et al. (2020); (5) mengasah keterampilan komunikasi

interpersonal karena siswa dituntut berinteraksi aktif dengan anggota kelompok; (6) meningkatkan kecakapan pemecahan masalah, manajemen waktu, dan koordinasi sumber belajar; serta (7) menciptakan suasana belajar yang aktif dan menyenangkan.

Di balik berbagai keunggulan tersebut, model PjBL juga memiliki beberapa keterbatasan dalam implementasinya. Almulla (2020) mencatat bahwa PjBL memerlukan alokasi waktu yang cukup panjang serta menambah beban persiapan bagi guru maupun siswa karena menitikberatkan pada kedalaman proses. Selain itu, dinamika interaksi kelompok terkadang memicu ketidakharmonisan antaranggota apabila pembagian tugas tidak merata (Poerwati & Cahaya, 2018). Siswa yang terbiasa bekerja secara individual juga dapat mengalami kecemasan saat harus bekerja sama, atau sebaliknya menjadi terlalu bergantung pada kelompok sehingga mengurangi rasa percaya diri saat belajar mandiri (Almulla, 2020). Penelitian Kristanti dan Subiki (2017) serta Rusmini et al. (2021) turut menunjukkan bahwa penerapan PjBL belum memberikan peningkatan hasil belajar yang signifikan apabila siswa masih kesulitan beradaptasi dengan metode baru serta terkendala dalam pengumpulan dan pengolahan data proyek (Dewi, 2022).

Mengingat karakteristik dan tantangan tersebut, evaluasi terhadap pembelajaran berbasis proyek harus dilaksanakan secara komprehensif mencakup ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diperoleh siswa selama proses pembelajaran. Penilaian proyek merupakan penilaian terhadap tugas investigatif yang harus diselesaikan dalam periode waktu tertentu, mulai dari tahap perencanaan, pengumpulan data, pengorganisasian, pengolahan, hingga penyajian hasil akhir. Melalui instrumen penilaian proyek yang terstruktur, guru dapat mengukur pemahaman konsep matematika, kemampuan aplikasi, daya selidik, serta kecakapan komunikasi siswa secara objektif. Meskipun menuntut waktu yang lebih panjang dan perencanaan yang matang, evaluasi berbasis proyek tetap menjadi pendekatan yang efektif untuk memberikan pengalaman belajar matematika yang autentik dan bermakna bagi peserta didik (Al Awab et al., 2021; Surya et al., 2018).

4. CONCLUSION

Pendidikan merupakan fondasi utama bagi kemajuan bangsa yang bertujuan mencerdaskan kehidupan masyarakat dan mengembangkan potensi individu secara utuh. Kebijakan Merdeka Belajar yang dicanangkan pemerintah memberikan ruang inovasi bagi guru dan siswa untuk menciptakan proses pembelajaran yang menyenangkan serta kontekstual. Dalam kerangka tersebut, model pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) hadir sebagai pendekatan yang efektif dalam pembelajaran matematika karena mendorong keterlibatan aktif siswa, memperkuat pemahaman konsep melalui penyelesaian masalah nyata, serta mengasah keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas.

Keberhasilan penerapan PjBL dalam pembelajaran matematika ditopang oleh karakteristiknya yang berpusat pada siswa, tahapan perancangan dan pemantauan proyek yang sistematis, serta pelaksanaan evaluasi berkelanjutan yang menilai proses maupun produk karya siswa secara menyeluruh. Meskipun masih dihadapkan pada sejumlah tantangan—seperti pengelolaan waktu yang panjang, kesiapan kompetensi guru, dan adaptasi kerja kelompok siswa—kendala tersebut dapat diatasi melalui perencanaan proyek yang matang, pendampingan intensif, serta pelatihan profesional bagi pendidik. Dengan mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek secara terencana ke dalam kurikulum matematika, peserta didik tidak hanya memperoleh penguasaan akademik yang kuat, tetapi juga kesiapan keterampilan untuk menghadapi berbagai permasalahan di dunia nyata.

REFERENCES

Ainia, D. K. (2020). Merdeka belajar dalam pandangan Ki Hadjar Dewantara dan relevansinya bagi pengembangan pendidikan karakter. *Jurnal Filsafat Indonesia, 3*(3), 95–101. https://doi.org/10.23887/jfi.v3i3.24525

Al Awab, Z., Kosim, N., & Putri, M. N. (2021). Pembelajaran berbasis proyek pada pelajaran matematika sekolah dasar. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika, 1*(1), 77–82. https://jim.unindra.ac.id/index.php/himpunan/article/view/3708

Almulla, M. A. (2020). The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *SAGE Open, 10*(3), 1–15. https://doi.org/10.1177/2158244020938702

Anggraini, P. D., & Wulandari, S. S. (2021). Analisis penggunaan model pembelajaran Project Based Learning dalam peningkatan keaktifan siswa. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP), 9*(2), 292–299. https://doi.org/10.26740/jpap.v9n2.p292-299

Cahyanti, Y. R., Widayanti, U. A., Megasari, D. C., Nafian, R. K., & Ferryka, P. Z. (2024). Strategi pembelajaran berbasis proyek mata pelajaran matematika tentang penjumlahan di sekolah dasar. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran (JTPP), 2*(1), 88–91. https://jurnal.kopusindo.com/index.php/jtpp/article/view/229

Chiang, C. L., & Lee, H. (2016). The effect of project-based learning on learning motivation and problem-solving ability of vocational high school students. *International Journal of Information and Education Technology, 6*(9), 709–712. https://doi.org/10.7763/IJIET.2016.V6.779

Daga, A. T. (2021). Makna merdeka belajar dan penguatan peran guru di sekolah dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA, 7*(3), 1075–1090. https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1279

Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan kekurangan Project-Based Learning untuk penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Inovasi Kurikulum, 19*(2), 213–226. https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.44226

Fahrezi, I., Taufiq, M., Akhwani, & Nafia'ah, N. (2020). Meta-analisis pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru, 3*(3), 408–415. https://doi.org/10.23887/jippg.v3i3.28081

Hosnan, M. (2014). *Pendekatan saintifik dan kontekstual dalam pembelajaran abad 21*. Ghalia Indonesia.

Isnaniah. (2017). Peningkatan kreativitas dan kemandirian belajar mahasiswa melalui model pembelajaran berbasis proyek pada perkuliahan media pembelajaran matematika. *Suska Journal of Mathematics Education, 3*(2), 83–91. http://dx.doi.org/10.24014/sjme.v3i2.3547

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2013). *Materi pelatihan guru implementasi Kurikulum 2013*. Kemendikbud.

Khanifah, L., Mustaji, & Subroto, W. T. (2019). Pengaruh penggunaan model Project Based Learning dan kemampuan berpikir kreatif terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Review Pendidikan Dasar: Jurnal Kajian Pendidikan dan Hasil Penelitian, 5*(1), 890–898.

Khoerunnisa, P., & Aqwal, S. M. (2020). Analisis model-model pembelajaran. *Fondatia: Jurnal Pendidikan Dasar, 4*(1), 1–27. https://doi.org/10.36088/fondatia.v4i1.441

Khoiri, N., Marinia, A., & Kurniawan, W. (2016). Keefektifan model pembelajaran PjBL (Project Based Learning) terhadap kemampuan kreativitas dan hasil belajar siswa kelas XI. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, 7*(2), 142–146.

Kristanti, Y. D., & Subiki. (2017). Model pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning) pada pembelajaran fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika, 5*(2), 122–128.

Mahendra, I. W. E. (2017). Project Based Learning bermuatan etnomatematika dalam pembelajar matematika. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia), 6*(1), 106–114. https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v6i1.9257

Munawaroh, R., Subali, B., & Sopyan, A. (2012). Penerapan model Project Based Learning untuk membangun empat pilar pembelajaran siswa SMP. *Unnes Physics Education Journal, 1*(1), 33–38.

Musanna, A. (2017). Indigenisasi pendidikan: Rasionalitas revitalisasi praksis pendidikan Ki Hadjar Dewantara. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, 2*(1), 117–133. https://doi.org/10.24832/jpnk.v2i1.529

Nurfitriyanti, M. (2016). Model pembelajaran Project Based Learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA, 6*(2), 149–160. http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v6i2.950

Poerwati, C. E., & Cahaya, I. M. E. (2018). Project-Based Learning dalam mengembangkan kreativitas anak usia dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 2*(2), 175–183.

Putri, A. N., & Pujiastuti, H. (2021). Analisis kesulitan belajar siswa pada materi bangun ruang sekolah dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 5*(2), 1320–1330.

Rusmini, Suyono, & Agustini, R. (2021). Analisis keterampilan proses sains dan hasil belajar melalui model Project Based Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 7*(3), 385–392.

Saputro, O. A., & Rahayu, T. S. (2020). Perbedaan pengaruh penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dan Discovery Learning (DL) berbantuan media monopoli terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran, 4*(1), 185–195.

Siagian, M. D. (2016). Kemampuan koneksi matematik dalam pembelajaran matematika. *MES: Journal of Mathematics Education and Science, 2*(1), 58–67.

Sumarni, W. (2015). The strengths and weaknesses of the implementation of project based learning: A review. *International Journal of Science and Research (IJSR), 4*(3), 478–484.

Sunita, N. W., Mahendra, I. W. E., & Lesdyantari, E. (2019). Pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terhadap minat belajar dan hasil belajar matematika peserta didik. *Widya Matematika, 1*(2), 127–135.

Surya, A. P., Relmasira, S. C., & Hardini, A. T. A. (2018). Penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk meningkatkan hasil belajar dan kreativitas siswa kelas III SD Negeri Sidorejo Lor 01 Salatiga. *Jurnal Pesona Dasar, 6*(1), 41–54.

Sutrisna, G. B. B., Sujana, I. W., & Ganing, N. N. (2020). Pengaruh model Project Based Learning berlandaskan Tri Hita Karana terhadap kompetensi pengetahuan IPS. *Jurnal Adat dan Budaya Indonesia, 1*(2), 84–93. https://doi.org/10.23887/jabi.v2i2.28898

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.

Trianto. (2014). *Mendesain model pembelajaran inovatif, progresif, dan kontekstual*. Prenadamedia Group.

Wibowo, A., Armanto, D., & Lubis, W. (2022). Evaluasi pembelajaran berbasis proyek pada materi bangun ruang kelas V sekolah dasar dengan model CIPP. *Journal of Educational Analytics, 1*(1), 27–40. https://doi.org/10.55927/jeda.v1i1.424