

Analisis Kualitas Hasil Proyek Mahasiswa melalui Implementasi Model *Project Based Learning* pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika

Fauziah. A^{*1}, Nursakinah Annisa Lutfin², Aulia Rahmadhani³

^{1,2}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

³Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

e-mail: fauziah.a@unsulbar.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas model pembelajaran Project-based Learning (PjBL) pada mata kuliah Eksperimen Fisika dilakukan melalui studi komparatif terhadap dua laporan proyek mahasiswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dimana dua laporan proyek dari kelompok mahasiswa yang menerapkan PjBL dievaluasi. Pengumpulan data dilakukan melalui analisis dokumen dengan rubrik penilaian yang mencakup lima aspek: kreativitas, ketepatan konsep fisika, metodologi eksperimen, keakuratan data, dan kualitas laporan tertulis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun kedua kelompok berhasil menyelesaikan proyek, terdapat variasi signifikan dalam aspek kreativitas proyek dan keakuratan data, mengindikasikan perbedaan fokus dalam penguasaan kompetensi. Temuan ini menyimpulkan bahwa efektivitas PjBL dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti topik proyek dan dinamika kelompok. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan (scaffolding) yang lebih terfokus untuk menjamin pencapaian kompetensi yang komprehensif.

Kata kunci— *Project-based Learning, Laporan Proyek, Eksperimen Fisika*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan fisika di perguruan tinggi memiliki peran krusial dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, dan sistematis mahasiswa. Namun, metode pembelajaran konvensional yang cenderung berpusat pada dosen dan bersifat teoretis seringkali kurang berhasil dalam menstimulasi mahasiswa untuk mengaplikasikan konsep fisika dalam konteks nyata (Wedi, 2016). Hal ini dapat mengakibatkan rendahnya minat belajar, minimnya keterampilan praktikum, serta kurangnya kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah (Susanti dkk., 2024). Beberapa studi menunjukkan penerapan PjBL memberikan dampak positif pada keterampilan praktikal siswa (Suhartini, 2023) dan peningkatan persentase keterampilan peserta didik melakukan praktikum (Dukangawu dkk., 2024). Olehnya itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif dan berpusat pada mahasiswa untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, sekaligus melatih keterampilan esensial yang relevan dengan tuntutan abad ke-21.

Model pembelajaran Project-based Learning (PjBL) muncul sebagai salah satu solusi yang efektif untuk mengatasi tantangan tersebut. Berdasarkan studi Rahmatillah dkk. (2025) penerapan model PjBL dapat meningkatkan keaktifan siswa, terutama dalam hal partisipasi, kolaborasi, dan kreativitas. PjBL adalah model pembelajaran yang menempatkan mahasiswa sebagai pusat kegiatan belajar, di mana mereka secara aktif terlibat dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi sebuah proyek untuk menemukan solusi dari suatu masalah (Syafila & A'yun, 2024). Dengan PjBL, mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep fisika secara pasif, tetapi juga dilatih untuk berkolaborasi, berpikir kritis, dan mengembangkan kreativitas (Lestari dkk., 2023). Studi sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Miriam (2017) menunjukkan bahwa penerapan PjBL pada mata kuliah Eksperimen Fisika berhasil meningkatkan keterampilan praktikum mahasiswa. Pada mata kuliah Eksperimen Fisika, implementasi PjBL diharapkan dapat menghasilkan produk nyata berupa alat atau

model yang dibuat mahasiswa, serta laporan praktikum yang komprehensif sebagai bukti penguasaan konsep dan metodologi ilmiah.

Meskipun PjBL secara teoretis dianggap efektif, evaluasi terhadap kualitas produk yang dihasilkan mahasiswa, khususnya laporan praktikum, menjadi sangat penting untuk mengukur keberhasilan implementasi model ini secara empiris. Laporan praktikum yang disusun mahasiswa mencerminkan tidak hanya pemahaman mereka terhadap konsep fisika, tetapi juga kemampuan dalam merancang eksperimen, mengolah data, dan mengomunikasikan temuan secara ilmiah. Namun, belum ada studi yang membandingkan kualitas laporan antar kelompok secara mendalam dalam konteks PjBL pada Eksperimen Fisika di Unsulbar. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis kualitas laporan proyek mahasiswa sebagai cerminan efektivitas PjBL. Kualitas laporan akan dinilai melalui lima aspek utama, yaitu: kreativitas proyek, ketepatan konsep fisika, metodologi eksperimen, keakuratan data, dan kualitas laporan tertulis.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam kualitas hasil proyek mahasiswa dari dua kelompok yang menerapkan model PjBL pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika. Analisis akan dilakukan secara deskriptif dan komparatif terhadap kedua laporan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan yang muncul dari implementasi PjBL. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan berharga bagi dosen dan praktisi pendidikan mengenai implikasi PjBL, sekaligus menjadi landasan untuk perbaikan dan pengembangan kurikulum di masa mendatang guna meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis secara mendalam fenomena yang terjadi pada subjek penelitian, yaitu kualitas dua laporan proyek mahasiswa (Waruwu, 2023). Penelitian deskriptif berfungsi untuk memberikan gambaran yang sistematis dan faktual mengenai karakteristik laporan, sementara pendekatan kualitatif memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi secara komprehensif setiap aspek dari laporan untuk mendapatkan pemahaman yang utuh, tanpa bermaksud menguji hipotesis atau membuat generalisasi statistik (Creswell, 2012).

2.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah dua kelompok mahasiswa yang mengikuti Mata Kuliah Eksperimen Fisika pada semester genap tahun akademik 2024/2025 dengan implementasi model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL). Dua kelompok ini dipilih sebagai fokus penelitian karena kedua kelompok mengerjakan proyek dengan topik yang berbeda. Hal ini memungkinkan analisis komparatif yang mendalam terhadap pendekatan dan hasil yang mereka peroleh. Perbedaan topik ini penting untuk menganalisis bagaimana penerapan konsep fisika, metodologi, dan kreativitas terefleksi dalam laporan. Unit analisis utama dalam penelitian ini adalah dua laporan proyek yang dihasilkan oleh masing-masing kelompok mahasiswa tersebut.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui analisis dokumen, yaitu laporan proyek yang dibuat oleh mahasiswa. Laporan tersebut merupakan produk akhir dari kegiatan praktikum dan eksperimen yang telah mereka lakukan. Analisis dokumen dilakukan dengan mencermati seluruh isi laporan, mulai dari pendahuluan, landasan teori, metodologi eksperimen, hasil dan pembahasan data, hingga kesimpulan.

2.4 Instrumen Penelitian

Instrumen utama yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah rubrik penilaian yang dikembangkan oleh peneliti. Rubrik ini berfungsi sebagai pedoman terstruktur untuk menilai kualitas laporan secara objektif berdasarkan lima aspek utama dengan tiga indikator di setiap aspeknya. Rubrik ini dikembangkan secara spesifik untuk menilai proyek fisika berbasis PjBL dengan mengadaptasi kriteria penilaian pembelajaran berbasis proyek (PjBL) (Aziziy dkk., 2024) (Gaffar dkk., 2023) dan disesuaikan

dengan Mata Kuliah Eksperimen Fisika di Unsulbar. Untuk memastikan validitas instrumen, rubrik ini telah divalidasi oleh dosen pendidikan fisika yang memberikan masukan untuk penyempurnaan sebelum digunakan dalam penelitian.

Adapun aspek dan indikator penilaian tersebut adalah sebagai berikut:

- Aspek 1: Kreativitas Proyek
Indikator:
 - a. Inovatif
 - b. Unik
 - c. Orisinal
- Aspek 2: Ketepatan Konsep Fisika
Indikator:
 - a. Rumus
 - b. Prinsip
 - c. Teori yang digunakan benar
- Aspek 3: Metodologi Eksperimen
Indikator:
 - a. Alat dan bahan sesuai
 - b. Langkah kerja sistematis
 - c. Teknik analisis data yang digunakan benar
- Aspek 4: Keakuratan Data
Indikator:
 - a. Kejelasan hasil pengukuran
 - b. Kualitas pengolahan data
 - c. Interpretasi data
- Aspek 5: Kualitas Laporan Tertulis
Indikator:
 - a. Sistematika penulisan
 - b. Kerapihan
 - c. Penggunaan bahasa ilmiah yang benar

2.5 Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan dua teknik utama (Creswell, 2012):

- Analisis Deskriptif: Tahap ini dilakukan dengan memberikan skor pada setiap indikator dari masing-masing laporan berdasarkan rubrik yang telah ditetapkan. Selain skor kuantitatif sebagai panduan, peneliti juga menyertakan deskripsi kualitatif untuk memberikan penjelasan rinci mengenai kekuatan dan kelemahan pada setiap aspek dari setiap laporan. Analisis ini menghasilkan profil kualitas yang mendalam untuk setiap laporan secara individu.
- Analisis Komparatif: Tahap ini bertujuan untuk membandingkan temuan dari kedua laporan. Data deskriptif dari masing-masing laporan disandingkan untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, dan pola-pola yang muncul. Perbandingan ini dilakukan secara sistematis per aspek dan indikator untuk menemukan faktor-faktor yang mungkin memengaruhi hasil laporan, meskipun kedua kelompok menggunakan model pembelajaran yang sama. Hasil analisis komparatif ini menjadi dasar untuk interpretasi dan pembahasan temuan penelitian.

Untuk menjamin validitas temuan kualitatif, penelitian ini menggunakan teknik validasi data triangulasi sumber. Triangulasi dilakukan dengan membandingkan hasil analisis laporan (dokumen) dengan hasil wawancara singkat kepada perwakilan dari masing-masing kelompok mahasiswa serta dengan catatan lapangan selama proses bimbingan proyek. Hal ini bertujuan untuk memastikan konsistensi dan kebenaran interpretasi data sehingga kesimpulan yang ditarik lebih kredibel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini menyajikan interpretasi komprehensif dari temuan penelitian melalui analisis komparatif laporan proyek kedua kelompok mahasiswa, menghubungkannya dengan teori, kajian pustaka, dan konteks praktis implementasi *Project-based Learning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun kedua kelompok berhasil menyelesaikan proyek terdapat perbedaan signifikan dalam kualitas laporan akhir yang mengindikasikan adanya perbedaan fokus dalam penguasaan kompetensi. Oleh karena itu, pembahasan ini akan menguraikan implikasi temuan, meninjau ulang PjBL dari aspek keberhasilan dan tantangan, serta memberikan rekomendasi untuk implementasi model ini di masa mendatang

Tabel 1. Penilaian Laporan Kelompok 1

Aspek Penilaian	Indikator	Skor (1-5)	Deskripsi Kualitatif
Kreativitas Proyek	Inovatif	2	Konsep dan penggunaan alat tidak menunjukkan inovasi baru
	Unik	2	Alat yang digunakan standar dan tidak memiliki aspek yang unik dalam desainnya
	Orisinil	2	Ide alat merupakan pengembangan dari ide dasar yang telah ada tanpa modifikasi yang signifikan
Ketepatan Konsep Fisika	Rumus	4	Rumus-rumus fisika yang digunakan sudah benar
	Prinsip	4	Penjelasan prinsip kerja alat sesuai dengan teori fisika yang digunakan
	Teori	4	Teori sesuai dengan eksperimen yang dilakukan
Metodologi Eksperimen	Alat dan bahan sesuai	5	Alat dan bahan yang digunakan sangat sesuai untuk mencapai tujuan eksperimen
	Langkah kerja sistematis	5	Langkah kerja ditulis secara runtut dan sangat mudah diikuti
	Teknik analisis data yang benar	5	Teknik analisis yang digunakan sudah benar dan dijelaskan secara rinci
Keakuratan Data	Kejelasan hasil pengukuran	4	Data yang disajikan cukup lengkap dan mudah dipahami
	Kualitas pengolahan data	4	Pengolahan data yang baik disertai analisis kesalahan
	Interpretasi data	4	Interpretasi data yang cukup mendalam
Kualitas Laporan Tertulis	Sistematika penulisan	4	Laporan ditulis dengan sistematika yang baik, mengikuti format yang diberikan
	Kerapihan	5	Penulisan sangat rapi, tidak ada kesalahan ketik, dan tata letak konsisten
	Penggunaan bahasa ilmiah yang benar	4	Menggunakan istilah-istilah ilmiah yang tepat, meski ada beberapa kalimat yang kurang efektif

Tabel 2. Penilaian Laporan Kelompok 2

Aspek Penilaian	Indikator	Skor (1-5)	Deskripsi Kualitatif
Kreativitas Proyek	Inovatif	4	Proyek memanfaatkan teknologi mikrokontroler Arduino untuk pengukuran secara otomatis dan akurat dengan bantuan sensor, ide yang sangat baru
	Unik	4	Desain alat menggunakan pengukuran dengan bantuan sensor dan menampilkannya secara real-time dalam bentuk digital, menunjukkan keunikan dalam cara data diperoleh dan dianalisis
	Orisinil	4	Ide dan desain alat dengan modifikasi signifikan dalam hal otomatisasi, presisi, dan <i>real-time data acquisition</i>
Ketepatan Konsep Fisika	Rumus	4	Rumus-rumus yang digunakan dijelaskan dengan baik, termasuk penurunan rumusnya
	Prinsip	4	Penjelasan prinsip kerja secara rinci dan didukung oleh teori-teori terkait
	Teori	4	Teori yang digunakan relevan dan mendalam
Metodologi Eksperimen	Alat dan bahan sesuai	5	Alat dan bahan yang digunakan sangat sesuai untuk mencapai tujuan eksperimen.
	Langkah kerja sistematis	5	Langkah kerja ditulis secara runtut dan sangat mudah diikuti.
	Teknik analisis data yang benar	5	Teknik analisis yang digunakan sudah benar dan dijelaskan secara rinci.
Keakuratan Data	Kejelasan hasil pengukuran	4	Data disajikan dalam tabel dan grafik yang jelas dan mudah dibaca
	Kualitas pengolahan data	4	Pengolahan data dilakukan secara detail, termasuk perhitungan kesalahan
	Interpretasi data	5	Interpretasi data sangat mendalam, memberikan makna fisis dari hasil eksperimen
Kualitas Laporan Tertulis	Sistematika penulisan	4	Sistematika penulisan mengikuti format yang diberikan
	Kerapihan	5	Penulisan laporan sangat rapi, tidak ada kesalahan ketik, dan tata letak konsisten
	Penggunaan bahasa ilmiah yang benar	4	Penggunaan istilah-istilah ilmiah yang tepat, meskipun ada beberapa kalimat yang kurang efektif

Tabel 3. Perbandingan Laporan Kelompok 1 dan Kelompok 2

Aspek Penilaian	Skor Rata-Rata Laporan Kelompok 1	Skor Rata-Rata Laporan Kelompok 2	Keterangan Perbandingan
Kreativitas Proyek	2	4	Laporan kelompok 2 lebih unggul dalam hal orisinalitas dan kebaruan ide
Ketepatan Konsep Fisika	4	4	Kedua laporan memberikan penjelasan yang baik dalam pemahaman konsep, prinsip, dan teori fisika
Metodologi Eksperimen	5	5	Kedua laporan memiliki metodologi yang sistematis dan terstruktur
Keakuratan Data	4	4,33	Laporan kelompok 2 unggul dalam pengolahan dan interpretasi data yang lebih akurat dan mendalam
Kualitas Laporan Tertulis	4,33	4,33	Kedua laporan rapi dan mengikuti sistematika penulisan yang baik

Perbedaan hasil analisis kedua laporan pada tabel 1 dan tabel 2 menunjukkan laporan kelompok 2 memiliki skor rata-rata yang lebih tinggi pada aspek kreativitas proyek (4) dan keakuratan data (4,33). Dominasi ini mengindikasikan kemampuan dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman yang relevan serta keterampilan analitis yang mendalam. Kelompok 2 menunjukkan pendekatan yang inovatif dimana mereka menyatakan: "Pengukuran Hukum Ohm dengan integrasi teknologi Arduino dapat dilakukan secara otomatis dan lebih akurat serta mengurangi kesalahan, hasil pengukuran dapat langsung ditampilkan secara *real-time* pada layar atau dikirim ke komputer untuk analisis lebih lanjut". Pernyataan ini menunjukkan pemikiran orisinal dan pemanfaatan teknologi yang relevan, selaras dengan temuan Nugraha dkk. (2023) yang menegaskan bahwa PjBL efektif mendorong keterampilan abad ke-21 seperti inovasi, orisinalitas, dan pemecahan masalah otentik. Sebaliknya, laporan kelompok 1 menunjukkan keterbatasan dalam inovasi. Mereka menyatakan: "Alat yang digunakan merupakan pengembangan dari ide dasar yang telah ada tanpa modifikasi yang signifikan". Hasil ini sejalan dengan penelitian Amaliya dkk. (2023) yang menemukan bahwa tanpa bimbingan (*scaffolding*) yang memadai, PjBL dapat gagal mendorong pemikiran kreatif yang substansial dan mahasiswa cenderung mengulangi proyek yang sudah ada. Pada aspek keakuratan data, skor kelompok 2 (4,33) juga lebih tinggi dari kelompok 1 (4). Hal ini menunjukkan bahwa kelompok 2 tidak hanya mampu mengumpulkan data, tetapi juga mengolahnya dengan metode yang benar dan memberikan interpretasi yang kaya makna fisis. Keunggulan ini adalah bukti bahwa PjBL berhasil memfasilitasi mahasiswa untuk menguasai konsep-konsep inti Fisika melalui aplikasi langsung, yang merupakan tujuan utama pendidikan sains. Dalam laporan kelompok 2 tidak hanya menyajikan data, tetapi juga memberikan interpretasi mendalam: "Pengukuran menggunakan sensor berbasis Arduino menghasilkan data yang lebih akurat. Sensor tegangan dan arus yang terintegrasi dengan Arduino memungkinkan pencatatan data secara *real-time* dan memberikan nilai yang mendekati nilai teoritis, dengan error relatif yang kecil". Hal ini menunjukkan kemampuan mahasiswa untuk menghubungkan data dengan teori, yang merupakan indikator pemahaman mendalam.

Hasil temuan ini memberikan bukti empiris yang memvalidasi beberapa teori dan literatur PjBL, di samping menyoroti secara kritis keterbatasannya. Berdasarkan tabel 3, tingginya skor pada aspek metodologi eksperimen (5 dan 5) dan kualitas Laporan Tertulis (4,33 dan 4,33) di kedua laporan menunjukkan kemampuan terstruktur dan terorganisir yang sangat baik. Hal ini mengindikasikan kedua kelompok tidak hanya mampu merancang sebuah proyek, tetapi juga dapat menyusun langkah kerja yang sistematis, mengelola proses eksperimen, dan mengomunikasikan seluruh tahapan tersebut dalam sebuah laporan yang rapi dan terstruktur. Keterampilan ini yang sangat penting dalam praktik ilmiah, menegaskan bahwa PjBL efektif dalam melatih mahasiswa untuk berpikir dan bertindak secara teratur, dari perencanaan hingga dokumentasi akhir. Temuan

ini sejalan dengan penelitian Pratami (2024) yang mengaitkan PjBL dengan teori konstruktivisme, di mana mahasiswa secara aktif membangun pengetahuannya melalui pengalaman yang relevan dan bermakna.

Namun, analisis ini juga menyoroti tantangan yang sering muncul dalam PjBL. Skor yang rendah pada interpretasi data di laporan kelompok 1 (4) bila dibandingkan dengan laporan kelompok 2 (5), mengindikasikan bahwa meskipun mahasiswa berhasil dalam merancang proyek, mereka mungkin kesulitan dalam memberikan makna fisis yang mendalam dari data yang diperoleh. Hal ini sesuai bahwa keberhasilan PjBL bergantung pada seberapa baik instruktur memfasilitasi setiap tahapan proyek, terutama pada aspek yang menantang secara kognitif ((Noer, 2025)). Tanpa *scaffolding* yang memadai, PjBL dapat gagal dalam memastikan penguasaan keterampilan ilmiah yang spesifik dan sistematis, seperti analisis data yang kritis (Amaliya dkk., 2023).

Analisis perbedaan hasil antara kedua kelompok dapat dijelaskan lebih lanjut melalui faktor-faktor moderasi dalam proses pembelajaran. Perbedaan topik proyek merupakan salah satu penyebab utama yang mana proyek kelompok 2 yang berfokus pada prinsip fisika fundamental menuntut analisis teoretis yang lebih kuat, sedangkan proyek kelompok 1 lebih menekankan aspek teknis dan prosedural. Dinamika internal kelompok juga berperan signifikan, ditunjukkan oleh spesialisasi peran yang tidak disengaja. Anggota kelompok 2 dengan keahlian teoretis lebih mendominasi, sementara kelompok 1 memiliki anggota yang unggul dalam kemampuan manajerial dan penulisan. Hal ini mengindikasikan bahwa implementasi *Project-based Learning* (PjBL) adalah proses kompleks yang dipengaruhi oleh interaksi kurikulum, karakteristik siswa, dan lingkungan belajar.

Pembahasan ini mengarah pada sejumlah implikasi dan rekomendasi praktis untuk meningkatkan efektivitas PjBL. Salah satu implikasi utama adalah perlunya penerapan pendekatan *scaffolding* yang terfokus untuk menjembatani kesenjangan dalam keterampilan spesifik. Meskipun kedua kelompok menunjukkan pemahaman konsep fisika yang baik, proyek kelompok 1 yang lebih menekankan aspek teknis dan prosedural dalam pengumpulan data, menghasilkan persentase *error* yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan tantangan dalam memperoleh data yang presisi dan mengimplikasikan perlunya *mini-lesson* untuk mengajarkan keterampilan analisis data yang lebih mendalam. Sebaliknya, proyek kelompok 2 yang berfokus pada prinsip fisika fundamental dan menuntut analisis teoretis yang lebih kuat karena didukung oleh data yang lebih akurat dan presisi dari penggunaan alat, menunjukkan keunggulan dalam interpretasi data. Hal ini memperkuat bahwa *scaffolding* yang tepat dapat membantu siswa menerjemahkan data eksperimen yang bervariasi menjadi pemahaman teoretis yang lebih kokoh. Selain itu, penting untuk menggunakan rubrik penilaian yang rinci dan transparan, yang menimbang secara seimbang aspek kreativitas, kualitas penulisan, dan keakuratan data. Langkah-langkah ini bertujuan untuk mengoptimalkan model PjBL agar dapat menghasilkan lulusan yang kreatif dan kompeten di setiap tahapan proses ilmiah sehingga memenuhi tuntutan kompetensi abad ke-21 secara lebih komprehensif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis komparatif terhadap dua laporan proyek mahasiswa, dapat disimpulkan bahwa implementasi model *Project-based Learning* (PjBL) pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika efektif dalam mendorong berbagai kompetensi. Hal ini terlihat jelas pada aspek metodologi eksperimen, di mana kedua kelompok dinilai sangat baik dengan skor sempurna (5) karena langkah kerja yang sistematis dan teknik analisis data yang benar. Demikian pula, pada ketepatan konsep fisika (rumus, prinsip, dan teori) dan kualitas laporan tertulis (sistematika penulisan, kerapian, dan penggunaan bahasa ilmiah yang benar), kedua kelompok menunjukkan kinerja yang konsisten dan baik dengan skor rata-rata yang serupa (4 dan 4.33). Ini menandakan bahwa PjBL berhasil menanamkan pemahaman konseptual dan keterampilan pelaporan ilmiah dasar. Namun, hasil penelitian juga menyoroti adanya variasi yang signifikan dalam penguasaan kompetensi tertentu. Laporan kelompok 2 unggul dalam kreativitas proyek dan keakuratan data. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa efektivitas PjBL dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti topik proyek dan pendekatan metodologi yang digunakan, terutama dalam hal pemanfaatan teknologi yang dapat meningkatkan presisi data serta dinamika kelompok. Oleh karena itu, meskipun PjBL adalah metode yang berhasil, diperlukan pendampingan (*scaffolding*) yang lebih terfokus pada keterampilan spesifik seperti analisis dan

interpretasi data untuk memastikan tercapainya kompetensi yang seimbang dan komprehensif di seluruh tahapan proses ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliya, R., Wulandah, S., Hufad, A., & Sulistiono, E. (2023). *ANALISIS SCAFFOLDING DALAM PENERAPAN MODEL PROJECT BASED LEARNING PADA PEMBELAJARAN SOSIOLOGI*. 8(1), 678–688.
- Aziziy, Y. N., Wardhani, D. K., Usman, N. F., Shofwan, I., Maing, C., Dewa, E., & Norman, E. (2024). Project-Based Learning dalam Kurikulum Merdeka Belajar. *PT. Mifandi Mandiri Digital*, 1.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed). Pearson.
- Dukangawu, Y. T., Bano, V. O., & Enda, R. R. H. (2024). *Peningkatan Keterampilan Peserta Didik Melakukan Praktikum Dan Membuat Poster Melalui Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Media Video Animasi Di SMP Negeri 1 Waingapu*. 2(1), 18–29.
- Gaffar, R. J., Juaini, M., & Rokhmat, J. (2023). *Peningkatan Minat Belajar Peserta Didik Melalui Penerapan Model Project Based Learning (PjBL)*. 5(3), 193–197.
- Lestari, E., Juaini, M., & Rokhmat, J. (2023). Penerapan Project Based Learning untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Journal of Classroom Action Research*, 5(3), 198–202.
- Miriam, S. (2017). *KOMBINASI PROJECT BASED LEARNING DAN METODE EKSPERIMEN UNTUK MELATIHKAN KEMAMPUAN 5M*. 32(2), 110–116.
- Noer, D. (2025). *Implementasi Project Based Learning Pada Kurikulum Merdeka*. 7(1), 1717–1726.
- Pratami, R. (2024). Pendekatan Konstruktivisme dalam Kebijakan Pembelajaran Berbasis Proyek: Transformasi Pendidikan Menuju Kreativitas dan Kolaborasi. *Jejaring Administrasi Publik*, 16(2), 76–87. <https://doi.org/10.20473/jap.v16i2.60539>
- Rahmatillah, W., Jayatri, T., Isnata, R., Wulandari, S., & Siltawani, A. (2025). *PENERAPAN MODEL PJBL TERHADAP KEAKTIFAN BELAJAR SISWA MATA PELAJARAN IPAS KELAS 6 SDN 60 KOTA JAMBI*. 1(1), 15–21.
- Suhartini. (t.t.). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Praktikal dalam Pembelajaran Biologi (Mikrobiologi Kesehatan) di SMK Samarinda. *Jurnal SULTAN IDRIS PENDIDIKAN PROFESI GURU (SI-PPG)*.
- Suhartini. (2023). *Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Praktikal dalam Pembelajaran Biologi (Mikrobiologi Kesehatan) di SMK Samarinda*. 1(2), 205–214.
- Susanti, S., Aminah, F., Assa'idah, I. M., Aulia, M. W., & Angelika, T. (2024). Dampak Negatif Metode Pengajaran Monoton Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Riset*, 2(2), 86–93.
- Syafila, A. E., & A'yun, D. Q. (2024). ANALISIS EKSPLORASI KONSEP PENDIDIKAN KONSTRUKTIVIS DALAM PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(12), 1–23.
- Waruwu, M. (2023). Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 2896–2910.
- Wedi, A. (2016). KONSEP DAN MASALAH PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN: Upaya Peningkatan Mutu Pembelajaran Melalui Konsistensi Teoretis-Praktis Penggunaan Metode Pembelajaran. *Edcomtech*, 1(1), 21–28.