

Pengembangan LMS Berbasis Project-Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Materi Database Server

Nova Septian Alfado¹, Atan Pramana¹

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Artikel Info

Kata Kunci:

Learning Management System;
Project-Based Learning;
Database Server;
Pendidikan Vokasi

Keywords:

Learning Management System;
Project-Based Learning;
Database Server;
Vocational Education

Riwayat Article (Article History):

Received: Juli 24, 2026

Accepted: September 25, 2026

Published: September 26, 2026

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar murid kelas XI TKJ SMKS Rajasa Surabaya pada materi Database Server yang masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), akibat pembelajaran yang masih didominasi teori serta pemanfaatan *Learning Management System* (LMS) yang belum mendukung pembelajaran berbasis proyek. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan pengembangan dan efektivitas LMS berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) dalam meningkatkan hasil belajar kognitif dan psikomotor. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Uji coba menggunakan desain *Nonequivalent Control Group Design* pada 57 murid, terdiri atas 29 murid kelas eksperimen dan 28 murid kelas kontrol. Hasil validasi menunjukkan media memperoleh 88,12%, materi 86,36%, soal 84%, dan RPM 83,75%, seluruhnya berkategori sangat layak. Rata-rata posttest kognitif kelas eksperimen (84,66) lebih tinggi daripada kelas kontrol (79,11), dan rata-rata psikomotor kelas eksperimen (86,06) juga lebih tinggi daripada kelas kontrol (83,41). Uji Independent Sample t-test menunjukkan signifikansi 0,021 (kognitif) dan 0,042 (psikomotor), sehingga LMS berbasis PjBL dinyatakan layak dan efektif meningkatkan hasil belajar murid pada materi Database Server.

Abstract: This study was motivated by the low learning outcomes of Grade XI Computer and Network Engineering (TKJ) students at SMKS Rajasa Surabaya on the Database Server topic, which remained below the Minimum Mastery Criterion, caused by theory-dominated instruction and a Learning Management System (LMS) that had not supported project-based learning. This study aimed to describe the development and effectiveness of a Project-Based Learning (PjBL)-based LMS in improving cognitive and psychomotor learning outcomes. The study used the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). The trial used a Nonequivalent Control Group Design involving 57 students, consisting of 29 experimental and 28 control students. Validation results showed 88.12% (media), 86.36% (material), 84% (test items), and 83.75% (lesson plan), all categorized as highly feasible. The experimental class achieved a higher mean cognitive posttest score (84.66) than the control class (79.11), and a higher mean psychomotor score (86.06) than the control class (83.41).

The Independent Samples t-test yielded significance values of 0.021 (cognitive) and 0.042 (psychomotor), indicating that the developed PjBL-based LMS was feasible and effective in improving students' learning outcomes on the Database Server topic.

Corresponding Author:

Nova Septian Alfado

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: nova.22050974048@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Transformasi pendidikan di era digital menuntut lembaga pendidikan vokasi untuk beradaptasi dengan sistem pembelajaran yang lebih fleksibel, interaktif, dan kolaboratif. Era Revolusi Industri 4.0 menuntut peserta didik memiliki kemampuan berpikir komputasional, literasi digital, serta problem solving berbasis teknologi, sehingga integrasi *Learning Management System* (LMS) menjadi salah satu strategi penting dalam mendukung pembelajaran digital di jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). *Project-Based Learning* (PjBL) terbukti efektif meningkatkan kesiapan murid vokasi menghadapi era industri digital yang dinamis (Muhtar et al., 2025), dan integrasi pembelajaran berbasis proyek dengan teknologi digital menjadi upaya strategis untuk meningkatkan kompetensi praktikal murid kejuruan (Ahmad et al., 2023). Upaya tersebut berkaitan erat dengan pencapaian hasil belajar yang mencakup aspek kognitif dan psikomotor murid, dua domain penting dalam pendidikan vokasi yang mencerminkan kemampuan memahami konsep sekaligus menerapkannya dalam keterampilan praktis.

Salah satu bidang keahlian pada jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) yang menuntut penguatan kedua aspek tersebut adalah Database Server, yang menekankan kemampuan teknis dalam perancangan, pengelolaan, dan optimalisasi sistem basis data sesuai kebutuhan industri berbasis data. Pembelajaran berbasis proyek pada pendidikan vokasi dapat mendukung pengembangan kompetensi peserta didik melalui keterlibatan dalam kegiatan pembelajaran yang berorientasi pada penyelesaian proyek dan kebutuhan dunia kerja (Setiyawan et al., 2022). Namun, penerapan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi Database Server tersebut belum sepenuhnya terimplementasi secara optimal di sekolah.

Berdasarkan observasi di SMKS Rajasa Surabaya pada kelas XI TKJ selama pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP), pembelajaran pada materi Database Server masih didominasi oleh pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru, sehingga keterlibatan murid menjadi kurang optimal. Rata-rata hasil belajar murid hanya mencapai 70, masih di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75. Sekolah sebenarnya telah memiliki LMS Edutrack, namun pemanfaatannya masih terbatas sebagai media penyimpanan materi dan bahan praktik, serta belum dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran berbasis proyek yang melatih keterampilan teknis murid secara aktif. Murid pun mengalami kesulitan memahami proses instalasi, konfigurasi, dan manajemen database server secara aplikatif. Jika dibiarkan, kesenjangan antara kompetensi yang diharapkan dan kemampuan nyata murid akan semakin meningkat.

LMS berperan penting sebagai platform strategis yang memungkinkan pendidik merancang, mengelola, serta mengevaluasi pembelajaran secara daring dan terstruktur, sekaligus menghubungkan konten, komunikasi, dan penilaian berbasis data. Pengembangan LMS berbasis gamifikasi untuk model PjBL terbukti meningkatkan keterlibatan dan kepuasan belajar murid SMK (Nugroho et al., 2024), sehingga penggunaan LMS bukan hanya sebagai media penyampaian materi, melainkan ekosistem pembelajaran yang mengimplementasikan prinsip-prinsip PjBL secara digital. PjBL sendiri memberikan pengalaman belajar kontekstual yang menempatkan murid sebagai pelaku aktif dalam merancang dan menyelesaikan proyek nyata melalui kegiatan kolaboratif, pemecahan masalah, berpikir kritis, dan komunikasi. Meskipun demikian, penerapan PjBL memiliki keterbatasan berupa

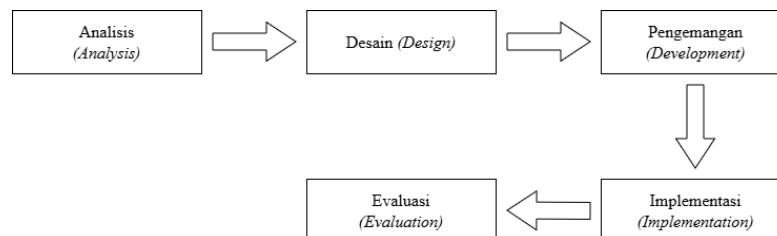
kebutuhan waktu yang lebih lama, perencanaan proyek yang matang, serta pemantauan berkelanjutan terhadap tiap kelompok (Ferwati et al., 2023), sehingga koordinasi antara guru dan murid menjadi tantangan tersendiri apabila tidak didukung media pembelajaran yang memadai. Integrasi PjBL dengan LMS menjadi salah satu solusi atas keterbatasan tersebut.

Berbagai penelitian terdahulu memperkuat argumentasi bahwa penerapan LMS berbasis PjBL efektif meningkatkan kompetensi serta keterampilan digital murid pada pendidikan vokasi. Pengembangan LMS berbasis Moodle dengan integrasi PjBL terbukti meningkatkan kemampuan pengelolaan jaringan, keterampilan praktik, serta kolaborasi murid SMK (Nurfitriyani & Wibawa, 2025), demikian pula penerapan LMS berbasis proyek yang meningkatkan kompetensi digital guru vokasi (Latifah et al., 2025) dan aplikasi PjBL terintegrasi yang meningkatkan praktik pembelajaran dan hasil keterampilan murid secara signifikan (Zega et al., 2025). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengembangkan LMS berbasis PjBL pada materi Database Server sebagai langkah strategis untuk meningkatkan hasil belajar murid kelas XI TKJ SMKS Rajasa Surabaya. Penelitian ini bertujuan (1) mendeskripsikan pengembangan LMS berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang layak untuk meningkatkan hasil belajar pada materi Database Server, dan (2) mendeskripsikan efektivitas LMS tersebut dalam meningkatkan hasil belajar kognitif dan psikomotor murid.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan menghasilkan produk berupa Learning Management System (LMS) berbasis Project-Based Learning (PjBL) pada materi Database Server serta menguji kelayakan dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar murid kelas XI TKJ SMKS Rajasa Surabaya. Prosedur penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation) yang dipilih karena memiliki tahapan pengembangan yang sistematis, meliputi analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Nurul Arifah & Putri Febrianti, 2024).



Gambar 1. Tahapan Model ADDIE

Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMKS Rajasa Surabaya pada murid kelas XI TKJ semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek validasi terdiri atas ahli materi dan ahli media yang menilai kelayakan produk sebelum diimplementasikan. Subjek uji coba adalah murid kelas XI TKJ yang menempuh mata pelajaran Administrasi Sistem Jaringan (ASJ) pada materi Database Server, dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan kesetaraan karakteristik kedua kelas. Sampel penelitian berjumlah 57 murid, terdiri atas 29 murid kelas XI TKJ 1 sebagai kelas eksperimen yang menggunakan LMS berbasis PjBL, dan 28 murid kelas XI TKJ 2 sebagai kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Uji coba menggunakan desain eksperimen semu (*quasi experimental*) berbentuk *Nonequivalent Control Group Design* sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian Uji Coba

Kelompok	Pre-Test	Perlakuan	Post-Test
Eksperimen	O1	X	O2
Kontrol	O3	-	O4

Keterangan: O1, O3 = Pre-test; O2, O4 = Post-test; X = Perlakuan menggunakan LMS berbasis PjBL

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data meliputi observasi, tes, dan dokumentasi. Observasi dilakukan pada tahap analisis kebutuhan untuk memperoleh gambaran kondisi pembelajaran di SMKS Rajasa Surabaya. Tes digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif melalui soal pilihan ganda pada level C3-C6, sedangkan hasil belajar psikomotor diukur melalui lembar observasi rubrik pada level P3-P5 yang menilai keterampilan instalasi, konfigurasi, serta pengelolaan basis data (CRUD). Dokumentasi digunakan untuk melengkapi data berupa modul ajar, hasil pekerjaan murid, dan rekam aktivitas pembelajaran pada LMS. Selain itu, angket validasi ahli dengan skala Likert lima tingkat digunakan untuk menilai kelayakan produk dari aspek media, materi, soal, dan Rencana Pembelajaran Mendalam (RPM).

Teknik Analisis Data

Analisis kelayakan produk dilakukan dengan menghitung persentase skor validasi ahli menggunakan rumus berikut.

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Produk

$$\text{Persentase (\%)} = (\text{Skor yang diperoleh} / \text{Skor maksimal}) \times 100\%$$

Persentase (%)	Kategori Kelayakan
81-100%	Sangat Layak
61-80%	Layak
41-60%	Cukup Layak
21-40%	Kurang Layak
0-20%	Tidak Layak

Sebelum pengujian efektivitas, dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk (karena jumlah sampel tiap kelompok kurang dari 50) dan uji homogenitas menggunakan Levene's Test, dengan kriteria data dinyatakan normal/homogen apabila nilai signifikansi $> 0,05$. Selanjutnya, pengujian efektivitas terhadap data posttest kognitif dan nilai rubrik psikomotor dilakukan menggunakan *Independent Sample t-test* pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Apabila nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) $< 0,05$, maka H_0 ditolak, yang berarti terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

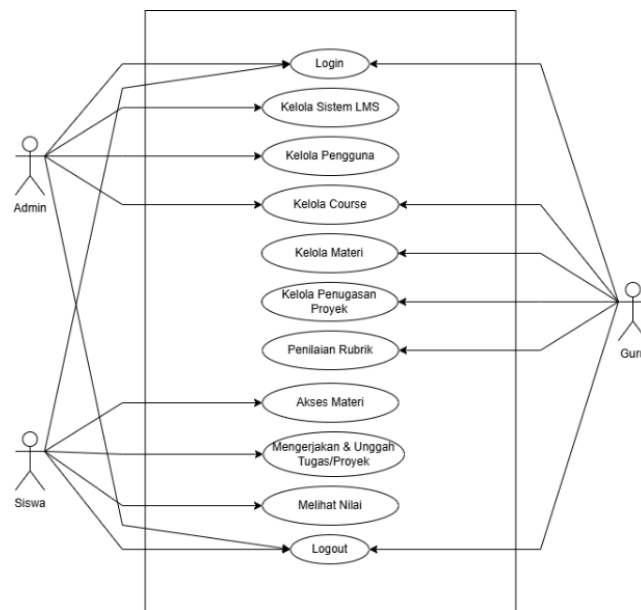
Tahap Analisis

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar murid kelas XI TKJ pada materi Database Server berada pada angka 70, di bawah KKM sebesar 75, akibat dominasi pembelajaran teoretis dan pemanfaatan LMS Edutrack yang masih terbatas sebagai media penyimpanan materi. Berdasarkan kondisi tersebut, teridentifikasi delapan kebutuhan fungsional utama, yaitu manajemen *course*, dukungan sintaks PjBL, forum diskusi, penugasan proyek, penilaian pembelajaran, evaluasi hasil belajar melalui pre-test dan post-test, monitoring aktivitas belajar, serta manajemen pengguna. Kebutuhan nonfungsional yang teridentifikasi meliputi *usability*, *accessibility*, *performance*, *compatibility*,

security, dan *availability*, yang diarahkan agar LMS dapat digunakan secara stabil, aman, dan mudah diakses oleh guru maupun murid melalui platform Moodle.

Desain

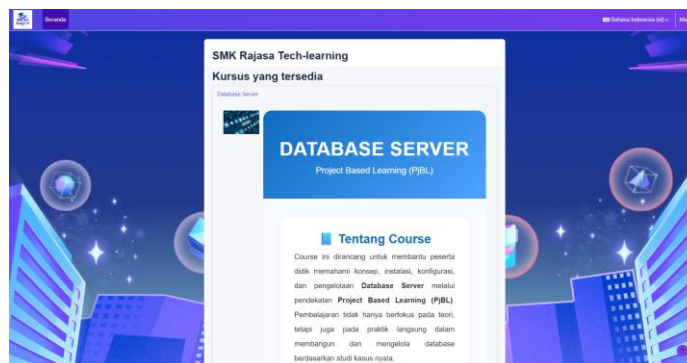
Tahap desain menghasilkan rancangan struktur *course* Moodle yang mengikuti enam sintaks PjBL, yaitu penentuan pertanyaan mendasar, penyusunan perencanaan proyek, penjadwalan, monitoring pelaksanaan proyek, penilaian hasil proyek, dan evaluasi pengalaman belajar. Perancangan sistem digambarkan melalui *use case diagram* untuk menunjukkan interaksi antara admin, guru, dan murid dengan sistem LMS, sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Selain itu, tahap ini juga menghasilkan Rencana Pembelajaran Mendalam (RPM) yang mengintegrasikan PjBL dengan materi Database Server, serta kisi-kisi instrumen validasi, soal kognitif C3-C6, dan rubrik psikomotor P3-P5.



Gambar 2. Use Case Diagram LMS “SMART-R”

Tahap Pengembangan (Development)

LMS dikembangkan menggunakan platform Moodle versi 5.0 dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai basis datanya. LMS yang dihasilkan diberi nama “SMART-R” dan dapat diakses melalui <https://smart-r.my.id>. Sintaks PjBL diintegrasikan ke dalam kursus materi Database Server sehingga setiap tahapan pembelajaran murid terhubung secara berurutan dalam satu kursus, mulai dari halaman *home* dan dasbor hingga halaman kursus yang memuat seluruh sintaks PjBL beserta soal pre-test dan post-test, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Beranda LMS SMART-R

Tahap Implementasi

LMS yang telah divalidasi diujicobakan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam dua kali pertemuan dengan total alokasi waktu 12 Jam Pelajaran (JP). Pada kelas eksperimen, pembelajaran diawali dengan pretest, dilanjutkan dengan orientasi masalah melalui materi dan forum diskusi pada LMS, pembentukan kelompok proyek, penyusunan rancangan dan jadwal proyek, pelaksanaan proyek instalasi dan konfigurasi Database Server, hingga presentasi dan posttest di akhir pertemuan. Sebagian murid pada awalnya mengalami kesulitan memahami letak fitur LMS, namun kendala tersebut dapat diatasi melalui pendampingan guru. Sementara itu, kelas kontrol menjalani pembelajaran konvensional berupa penjelasan materi, demonstrasi, dan penugasan proyek tanpa LMS berbasis PjBL, dengan interaksi antarmurid yang relatif lebih terbatas.

Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan melalui *blackbox testing* dan validasi ahli sebelum LMS diimplementasikan. Hasil *blackbox testing* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh 22 *test case*, baik dari sisi murid maupun guru, dinyatakan valid dan berjalan sesuai fungsinya.

Tabel 3. Rekapitulasi Blackbox Testing

Sisi Pengujian	Test-Case	Status Valid
Murid	12	12 Valid
Guru	10	10 Valid
Total	22	22 Valid

Setelah dinyatakan valid secara teknis, LMS divalidasi oleh ahli media, ahli materi, ahli soal, dan ahli RPM menggunakan angket skala Likert lima tingkat. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli

Penilaian Validasi	Persentase Kevalidan	Keterangan
Media	88,12%	Sangat Layak
Materi	86,36%	Sangat Layak
Soal	84,00%	Sangat Layak
RPM	83,75%	Sangat Layak

Keempat aspek validasi memperoleh persentase di atas 81%, sehingga seluruhnya dikategorikan “Sangat Layak” mengacu pada kriteria kelayakan pada Tabel 2. Dengan demikian, LMS berbasis PjBL yang dikembangkan dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi Database Server, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap pengujian efektivitas terhadap hasil belajar murid.

Efektivitas LMS terhadap Hasil Belajar

Efektivitas LMS diuji dengan membandingkan hasil belajar kelas eksperimen (29 murid) dan kelas kontrol (28 murid) pada aspek kognitif (pre-test dan post-test) serta aspek psikomotor (nilai rubrik), sebagaimana dirangkum pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Nilai Kognitif dan Psikomotor

Kelompok	Jumlah Murid	Aspek Kognitif		Aspek Psikomotor
		Rata-rata Pre-test	Rata-rata Post-test	Rata-rata Rubrik
Eksperimen	29	52,07	84,66	86,06
Kontrol	28	55,36	79,11	83,48

Selisih rata-rata	3,29	5,55	2,58
-------------------	------	------	------

Selain rata-rata, tingkat ketuntasan belajar (KKM = 75) pada kelas eksperimen mencapai 96,55%, jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya mencapai 71,43%. Uji prasyarat menggunakan Shapiro-Wilk dan Levene's Test menunjukkan bahwa seluruh data pre-test, post-test kognitif, dan nilai rubrik psikomotor pada kedua kelas berdistribusi normal dan homogen (Sig. > 0,05), sehingga pengujian efektivitas dilanjutkan menggunakan *Independent Sample t-test*. Uji kesetaraan kemampuan awal berdasarkan data pre-test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,376 (> 0,05), yang berarti tidak terdapat perbedaan kemampuan awal yang signifikan antara kedua kelas sebelum perlakuan diberikan, sehingga perbedaan hasil belajar pada pengujian berikutnya dapat diatribusikan pada penggunaan LMS berbasis PjBL.

Hasil uji *Independent Sample t-test* terhadap data posttest kognitif dan psikomotorik menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,021, sebagaimana disajikan pada Gambar 4.

Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
Post-Test	Equal variances assumed	2.418	.126	2.382	55	.021	5.548	2.329	.881 10.215
	Equal variances not assumed			2.372	51.084	.021	5.548	2.339	.853 10.243

Gambar 4. Hasil Uji Independent Sample t-test Hasil Belajar Kognitif

Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
Rubrik	Equal variances assumed	.016	.901	2.087	55	.042	2.58096	1.23660	.10275 5.05917
	Equal variances not assumed			2.085	54.497	.042	2.58096	1.23794	.09956 5.06236

Gambar 5. Hasil Uji Independent Sample t-test Hasil Belajar Psikomotorik

Karena nilai signifikansi kedua aspek lebih kecil dari 0,05, H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan hasil belajar kognitif yang signifikan antara murid kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengujian yang sama terhadap data nilai rubrik psikomotor menghasilkan nilai t sebesar 2,087 dengan df 55 dan signifikansi sebesar 0,042 (< 0,05), sehingga H_0 juga ditolak pada aspek psikomotor. Dengan demikian, LMS berbasis PjBL yang dikembangkan dinyatakan efektif dalam meningkatkan hasil belajar murid pada materi Database Server, baik pada aspek kognitif maupun psikomotor.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LMS berbasis PjBL yang dikembangkan memperoleh kategori "sangat layak" dengan persentase kelayakan di atas 81% pada seluruh aspek, serta seluruh fitur utamanya berfungsi tanpa kesalahan sesuai hasil *blackbox testing*. Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan LMS telah memadukan aspek pedagogis dan teknis sekaligus, sejalan dengan pandangan bahwa kualitas tampilan, kemudahan navigasi, dan interaktivitas menjadi komponen utama kelayakan media pembelajaran digital (Armanda et al., 2025), serta bahwa media pembelajaran berbasis teknologi dinyatakan layak apabila memenuhi aspek teknis sekaligus kesesuaian antara materi, tujuan pembelajaran, dan kebutuhan pengguna (Fadjeri et al., 2022). Validitas instrumen penilaian turut mendukung objektivitas pengukuran hasil belajar (Nurulhasni et al., 2023), sementara pemanfaatan Moodle sebagai platform pengembangan berkontribusi terhadap tingginya kelayakan

produk karena fleksibilitasnya dalam mengintegrasikan berbagai aktivitas pembelajaran dalam satu system (Gamage et al., 2022; Munisamy et al., 2025).

Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa LMS berbasis PjBL efektif meningkatkan hasil belajar murid pada aspek kognitif (Sig. = 0,021) maupun psikomotor (Sig. = 0,042), dengan kemampuan awal kedua kelas yang telah dinyatakan setara sebelum perlakuan (Sig. = 0,376), sehingga perbedaan hasil belajar dapat dikaitkan dengan penerapan LMS, bukan perbedaan kemampuan awal murid. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan LMS Moodle dapat mendukung proses pembelajaran dengan menyediakan akses terhadap materi, aktivitas, dan pengelolaan pembelajaran secara terstruktur (Rahmah et al., 2024), serta bahwa *flipped project-based learning* berbasis Moodle memberikan hasil belajar lebih baik dibanding pembelajaran konvensional karena murid dapat belajar mandiri sebelum kegiatan di kelas (Ruslan et al., 2024).

Pada aspek psikomotor, LMS memberikan kesempatan kepada murid untuk mempraktikkan langsung instalasi, konfigurasi, dan pengelolaan Database Server, sehingga keterampilan dikembangkan melalui praktik, kolaborasi, dan penyelesaian masalah nyata. Hasil ini sejalan dengan temuan bahwa PjBL berpengaruh positif terhadap kompetensi kognitif dan psikomotor murid SMK (Hidayat & Widiyanti, 2025), bahwa pembelajaran berbasis proyek meningkatkan keterampilan teknis melalui pengalaman langsung (Purnomo et al., 2023), dan bahwa penerapan PjBL di SMK dapat meningkatkan hasil belajar, kreativitas, serta kemandirian belajar murid (Suparmi et al., 2024). Keefektifan ini juga didukung oleh karakteristik Moodle yang mengintegrasikan seluruh sintaks PjBL dalam satu platform, sehingga fitur interaktifnya meningkatkan kolaborasi dan partisipasi murid dalam pembelajaran berbasis proyek (Wambua Wambua et al., 2025).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Implementasi LMS hanya dilaksanakan dalam dua kali pertemuan sehingga belum menggambarkan efektivitasnya dalam jangka panjang, serta hanya melibatkan dua kelas pada satu sekolah sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan pada karakteristik sekolah yang berbeda. Efektivitas LMS juga baru diukur pada aspek kognitif dan psikomotor, sehingga penelitian selanjutnya perlu mengkaji pengaruhnya terhadap aspek afektif maupun motivasi belajar murid dalam cakupan implementasi yang lebih luas.

KESIMPULAN

LMS berbasis Moodle dengan model *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi Database Server berhasil dikembangkan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Produk yang dihasilkan, yaitu LMS "SMART-R", dinyatakan sangat layak berdasarkan hasil validasi ahli media (88,12%), ahli materi (86,36%), ahli soal (84,00%), dan ahli RPM (83,75%), serta seluruh fitur dan fungsinya berjalan sesuai kebutuhan pengguna berdasarkan hasil *blackbox testing*. Hasil uji *Independent Sample t-test* menunjukkan bahwa LMS berbasis PjBL efektif meningkatkan hasil belajar murid, dengan signifikansi sebesar 0,021 pada aspek kognitif dan 0,042 pada aspek psikomotor ($p < 0,05$). Rata-rata nilai posttest kognitif kelas eksperimen meningkat dari 52,07 menjadi 84,66, dengan tingkat ketuntasan belajar mencapai 96,55%, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya mencapai 71,43%. Dengan demikian, LMS berbasis PjBL dapat menjadi alternatif media pembelajaran digital yang mendukung peningkatan kualitas pembelajaran vokasi, khususnya pada materi Database Server, dan dapat menjadi rujukan bagi guru maupun peneliti lain dalam mengembangkan LMS serupa pada mata pelajaran atau kompetensi keahlian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. T., Watrianthos, R., Samala, A. D., Muskhir, M., & Dogara, G. (2023). Project-based Learning in Vocational Education: A Bibliometric Approach. *Project-Based Learning in Vocational Education: A Bibliometric Approach*, 15(4), 43–56. <https://doi.org/10.5815/IJMECS.2023.04.04>
- Armanda, N., Permatasari, S., & Zulhafizh, Z. (2025). VALIDITAS PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS DIGITAL POWIC PADA MATERI TEKS DESKRIPSI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA. *Jurnal Basataka (JBT)*, 8(1), 69–74. <https://doi.org/10.36277/BASATAKA.V8I1.590>
- Fadjeri, A., Dwi Nurchayati, A., Ulama Kebumen, N., & Saifuddin Zuhri Purwokerto, U. K. (2022). Pengujian validitas pada pengembangan media pembelajaran berbasis ICT. *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)*, 8(1). <https://doi.org/10.37729/JPSE.V8I1.1955>
- Ferwati, W., Junaidi, A., Napitupulu, E., & Hamid, A. (2023). Systematic review of literature: Advantages and challenges in implementing the Project-Based Learning (PjBL). *Cendikia : Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 14(2), 160–166. <https://doi.org/10.35335/CENDIKIA.V14I2.4453>
- Gamage, S. H. P. W., Ayres, J. R., & Behrend, M. B. (2022). A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *International Journal of STEM Education 2022 9:1*, 9(1), 9-. <https://doi.org/10.1186/S40594-021-00323-X>
- Hidayat, H. R., & Widiyanti, W. (2025). Effect of Project-Based Learning on Vocational High School Student's Cognitive and Psychomotor Competencies in CAD. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 10(3), 2269–2274. <https://doi.org/10.51169/IDEGURU.V10I3.2163>
- Latifah, A., Hudallah, N., Sutopo, Y., Anis, S., Desa, J., Dua, D., & Ulujami, K. (2025). Enhancing Digital Competence of Vocational School Teachers Through Website-Based Learning Management System (LMS). *Journal of Vocational and Career Education*, 10(2), 82–89. <https://doi.org/10.15294/JVCE.V10I2.31287>
- Muhtar, Suryanti, Bachri, B. S., Mila, K., Laili, A. Q., Yuliaturosida, E., & Siyam, I. N. (2025). Implementation of Project-Based Learning Model in Vocational High Schools: A Bibliometric Analysis. *Educational Process: International Journal (EDUPIJ)*, 15(1), 1–18.
- Munisamy, M., Osman, S. Z. M., Sanmugam, M., & Fang, N. W. (2025). *From Platforms to Practice: A Systematic Review of Learning Management System Integration in Vocational Teaching*. https://www.researchgate.net/publication/395868090_From_Platforms_to_Practice_A_Systematic_Review_of_Learning_Management_System_Integration_in_Vocational_Teaching
- Nugroho, R. P., Soepriyanto, Y., & Wedi, A. (2024). Development of Learning Management System with Gamification Approach for Project-Based Learning. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(3), 590707. <https://doi.org/10.21009/JTP.V26I3.40873>
- Nurfitriyani, A., & Wibawa, R. P. (2025). Pengembangan Learning Management System (LMS) Berbasis Moodle Mengimplementasikan PjBL Untuk Meningkatkan Kompetensi Administrator Jaringan pada Siswa Kelas XI TKJ 1 di SMK Negeri 3 Buduran. *IT-Edu : Jurnal Information Technology and Education*, 10(02), 83–89. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/it-edu/article/view/69535>
- Nurul Arifah, & Putri Febrianti. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Kearifan Lokal Bima Untuk Meningkatkan Keaktifan Siswa Kelas IV SDN Inpres Lara. *Galaxy: Jurnal Pendidikan MIPA Dan Teknologi*, 1(2), 29–37. <https://doi.org/10.59923/GALAXY.V1I2.351>

- Nurulhasni, D., Nurbaiti, E. A., Nabila, R. S., & Jumadi, J. (2023). Developing and implementing an instrument for assessing critical thinking and visual representations in learning Physics materials of Optical Instruments. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 27(1), 52–62. <https://doi.org/10.21831/pep.v27i1.53550>
- Purnomo, E., Mu'Minin, M. A., Alfarizi, M., Gifari, M., & Fikrie, A. (2023). Implementation of project-based learning models to improve bench work practice activities and skills. *AIP Conference Proceedings*, 2671(1). <https://doi.org/10.1063/5.0116619/2880565>
- Rahmah, S., Mariyam, D., Syafina, K., Lestari, D., & Analita, R. N. (2024). PENGGUNAAN LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS) MOODLE DALAM PEMBELAJARAN KIMIA (SEBUAH STUDI LITERATUR). *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 7(3), 137–148. <https://doi.org/10.20527/jcae.v7i3.2959>
- Ruslan, R., Lu'mu, L., Fakhri, M. M., Ahmar, A. S., & Fadhilatunisa, D. (2024). Effectiveness of the Flipped Project-Based Learning Model Based on Moodle LMS to Improve Student Communication and Problem-Solving Skills in Learning Programming. *Education Sciences 2024*, Vol. 14, Page 1021, 14(9), 1021. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI14091021>
- Setiawan, A., Septiyanto, A., Anggoro, A. B., & Asri, S. (2022). Project Based Learning (PjBL) for Vocational High School Teacher Candidates. *Proceedings of the 4th Vocational Education International Conference (VEIC 2022)*, 12–17. https://doi.org/10.2991/978-2-494069-47-3_3
- Suparmi, S., Sukmawati, F., Cahyono, B. T., Santoso, E. B., Prihatin, R., & Juwita, R. (2024). Implementation of Project Based Learning Model in Vocational High School: A systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 890–901. <https://doi.org/10.29303/JPPIPA.V10I12.8847>
- Wambua Wambua, A., Maurice, P. M., & Munyao, M. M. (2025). Using Moodle's interactive tools in problem-based learning to enhance collaborative learning: an explanatory sequential mixed methods research. *Discover Education 2025* 4:1, 4(1), 174-. <https://doi.org/10.1007/S44217-025-00607-2>
- Zega, Y., Irfan, D., Giatman, M., & Ambiyar. (2025). Developing an Integrated Project-Based Learning Application to Enhance Learning Practicals in Vocational Schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8), 1118–1124. <https://doi.org/10.29303/JPPIPA.V11I8.12268>