

Pengembangan *AI-Based Question Generator* pada Moodle Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa pada Pemrograman Terstruktur

Ofpani Aziz Amanah¹, Martini Dwi Endah Susanti¹

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

Artikel Info

Kata Kunci:

Learning Management System;
Project-Based Learning;
Pemrograman Terstruktur;
Artificial Intelligence;
Moodle

Keywords:

Learning Management System;
Project-Based Learning;
Pemrograman Terstruktur;
Artificial Intelligence;
Moodle

Riwayat Article (Article History):

Received: June 24 2026

Accepted: July 22, 2026

Published: September 26, 2026

Abstrak: Pelaksanaan pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak di SMK Negeri Takeran masih menghadapi keterbatasan dalam pemanfaatan media pembelajaran digital, terutama *Learning Management System* (LMS), sehingga kegiatan pembelajaran dan evaluasi cenderung dilakukan secara manual dan belum optimal. Penelitian ini berfokus pada pengembangan LMS berbasis Moodle yang dilengkapi fitur *AI-Based Question Generator* sebagai sarana pendukung penerapan Project-Based Learning (PjBL) pada elemen pemrograman terstruktur. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model ADDIE, yang terdiri atas tahap analisis, desain, pengembangan, penerapan, dan evaluasi. Pengujian efektivitas dilakukan melalui desain *pretest-posttest* dengan melibatkan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis penelitian memperlihatkan bahwa peningkatan kompetensi siswa pada kelas eksperimen lebih baik daripada peningkatan yang terjadi pada kelas kontrol. Nilai rata-rata N-Gain kelas eksperimen pada aspek kognitif sebesar 0,502 dan aspek psikomotorik sebesar 0,402 yang termasuk dalam kategori sedang. Sebaliknya, kelas kontrol memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,207 pada aspek kognitif dan 0,238 pada aspek psikomotorik dengan kategori rendah. Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi ($p\text{-value}$) $< 0,05$, yang menandakan terdapat perbedaan peningkatan kompetensi siswa antara kedua kelas. Oleh karena itu, penerapan LMS Moodle berbasis PjBL dengan dukungan *AI-Based Question Generator* terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa serta membantu guru dalam pengelolaan dan evaluasi pembelajaran pemrograman terstruktur secara lebih optimal.

Abstract: The implementation of Software Engineering learning at SMK Negeri Takeran still faces limitations in the use of digital learning media, especially the Learning Management System (LMS), so that learning and evaluation activities tend to be carried out manually and are not optimal. This research focuses on the development of a Moodle-based LMS equipped with an AI-Based Question Generator feature as a means of supporting the implementation of Project-Based Learning (PjBL) in structured programming elements. The research method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE model

approach, which consists of the stages of analysis, design, development, application, and evaluation. Effectiveness testing is carried out through a pre-test design involving an experimental class and a control class. The results of the research analysis showed that the improvement in student competence in the experimental class was better than the improvement that occurred in the control class. The average N-Gain value of the experimental class on the cognitive aspect was 0.502 and the psychomotor aspect was 0.402 which was included in the medium category. In contrast, the control class obtained an N-Gain value of 0.207 in the cognitive aspect and 0.238 in the psychomotor aspect with a low category. The results of the hypothesis test showed a significance value (p -value) < 0.05 , which indicates that there is a difference in improving student competence between the two classes. Therefore, the implementation of PjBL-based Moodle LMS with the support of AI-Based Question Generator has proven to be effective in improving student competence and assisting teachers in managing and evaluating structured programming learning more optimally.

Corresponding Author:

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: 250509@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

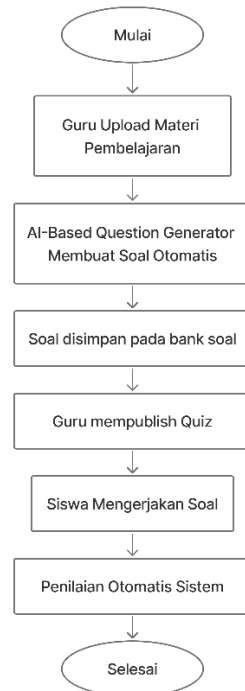
Perubahan pesat dalam teknologi informasi mengharuskan pendidikan vokasi, terutama pada SMK program keahlian Rekayasa Perangkat Lunak (RPL), untuk mengembangkan proses pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Lulusan SMK tidak hanya dituntut memiliki pemahaman konseptual, tetapi juga keterampilan praktis yang aplikatif dan relevan dengan perkembangan industri (Muharam dkk., 2025). Dalam konteks tersebut, pemrograman terstruktur menjadi kompetensi fundamental yang harus dikuasai siswa RPL karena berperan penting dalam membangun kemampuan berpikir logis dan sistematis dalam pengembangan perangkat lunak. Penguasaan kompetensi ini menuntut keterpaduan antara pemahaman teori dan keterampilan praktik agar siswa mampu memahami alur logika pemrograman secara komprehensif (Ruziq dkk., 2024). Namun demikian, pelaksanaan pembelajaran RPL di SMK masih belum sepenuhnya memanfaatkan media pembelajaran digital secara optimal, khususnya *Learning Management System* (LMS), sehingga proses pembelajaran dan evaluasi masih cenderung dilakukan secara manual dan kurang efisien.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran Pemrograman Terstruktur di SMK Negeri Takeran, diketahui bahwa pembelajaran telah menerapkan model *Project-Based Learning* (PjBL). Akan tetapi, pelaksanaannya belum didukung oleh media pembelajaran berbasis digital, khususnya *Learning Management System* (LMS). Seluruh proses pembelajaran, mulai dari penyampaian materi, pengelolaan tugas proyek, hingga evaluasi hasil belajar masih dilakukan secara manual. Kondisi tersebut menyebabkan proses penyusunan soal, penilaian, dan pemantauan perkembangan belajar siswa memerlukan waktu yang lebih lama sehingga kurang efisien. Selain itu, belum tersedianya sistem evaluasi yang terintegrasi dengan teknologi kecerdasan buatan menyebabkan guru harus menyusun soal secara manual, sehingga variasi soal yang diberikan masih terbatas dan proses evaluasi belum berjalan secara optimal.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, pemanfaatan LMS menjadi alternatif yang relevan dalam mendukung pembelajaran berbasis digital. LMS memungkinkan interaksi antara guru dan siswa, mendukung pembelajaran jarak jauh, serta mempermudah pengelolaan kelas dan evaluasi

pembelajaran secara sistematis (Astawa dkk., 2023). Implementasi LMS akan lebih optimal apabila dipadukan dengan model pembelajaran yang menekankan keaktifan peserta didik, seperti *Project-Based Learning* (PjBL), yang menjadikan siswa sebagai pusat utama pembelajaran melalui keterlibatan langsung dalam penyelesaian proyek berbasis permasalahan nyata (Safitri & Hanifah, 2025). Selain itu, integrasi *AI-Based Question Generator* dalam proses evaluasi pembelajaran, khususnya dalam pengembangan soal, berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi penilaian, mengurangi beban kerja pendidik, serta menyediakan variasi soal yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran (Kurdi dkk., 2019). Penerapan pembelajaran berbasis LMS, PjBL, dan AI diharapkan mampu mendukung pencapaian kompetensi siswa sebagai kemampuan dasar untuk menunjukkan kinerja belajar yang optimal (Rizal, 2021).

Namun, penelitian-penelitian tersebut belum secara spesifik mengembangkan *AI-Based Question Generator* yang terintegrasi pada LMS Moodle berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap peningkatan kompetensi siswa. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan LMS Moodle bernama SINAU yang mengintegrasikan *AI-Based Question Generator* sebagai media pendukung pembelajaran PjBL pada elemen Pemrograman Terstruktur di SMK Negeri Takeran. Integrasi tersebut memungkinkan proses pembelajaran, pengelolaan proyek, penyusunan soal otomatis, pelaksanaan evaluasi, hingga penilaian hasil belajar dilakukan dalam satu platform.



Gambar 1. Diagram alur sistem

Gambar 1 menunjukkan alur kerja sistem LMS SINAU yang dikembangkan. Guru mengunggah materi pembelajaran ke dalam LMS, kemudian *AI-Based Question Generator* menghasilkan soal secara otomatis berdasarkan materi tersebut. Soal yang dihasilkan disimpan pada Bank Soal Moodle dan dipublikasikan sebagai kuis yang dapat dikerjakan oleh siswa. Selanjutnya, sistem melakukan penilaian secara otomatis sehingga guru dapat memperoleh hasil evaluasi pembelajaran secara lebih cepat dan efisien.

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini mengembangkan *AI-Based Question Generator* yang diintegrasikan pada LMS Moodle dengan pendekatan *Project-Based Learning*. Sistem ini dirancang untuk menyediakan mekanisme evaluasi pembelajaran yang lebih adaptif dan terstruktur, sekaligus menganalisis peningkatan kompetensi siswa pada aspek kognitif dan psikomotorik. Proses pengembangan produk pembelajaran pada penelitian ini menggunakan metode *Research and*

Development (R&D) dengan model ADDIE sebagai kerangka kerja untuk menghasilkan produk yang valid serta efektif.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Rahayu, 2025). Dalam penelitian ini digunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi eksperimen *nonequivalent control group design* yang melibatkan kelas eksperimen sebagai kelompok perlakuan dan kelas kontrol sebagai kelompok pembandingan (Anantasia, 2025). Kompetensi siswa diukur menggunakan *pretest* dan *posttest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, kemudian hasil pengukuran dianalisis secara statistik untuk melihat perbedaan peningkatan kompetensi setelah penggunaan LMS yang dikembangkan.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini melibatkan dua kelas, yaitu kelas X RPL 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas X RPL 1 sebagai kelas kontrol, dengan jumlah masing-masing kelas sebanyak 31 siswa.. Kelas eksperimen mendapatkan perlakuan pembelajaran menggunakan LMS Moodle terintegrasi *AI-Based Question Generator* berbasis *Project-Based Learning*, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran tanpa penggunaan LMS yang dikembangkan.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar observasi dan pedoman wawancara, soal *pretest* dan *posttest*, rubrik penilaian psikomotorik, serta lembar validasi ahli. Instrumen observasi dan wawancara digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan respon pengguna terhadap LMS yang dikembangkan. Soal *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengukur kompetensi kognitif dan psikomotorik siswa sebelum dan sesudah penerapan LMS. Selain itu, lembar validasi ahli media, modul ajar, materi, dan soal, serta instrumen uji sistem black box digunakan untuk menilai kelayakan media dan fungsi sistem. Dokumentasi hasil pembelajaran juga digunakan sebagai instrumen pendukung penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini meliputi observasi dan wawancara untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, pelaksanaan *pretest* dan *posttest* sebagai alat ukur peningkatan kompetensi siswa, serta validasi ahli dan pengujian sistem untuk menilai kelayakan dan performa LMS yang dikembangkan. Dokumentasi dimanfaatkan sebagai data pendukung berupa hasil belajar dan aktivitas pembelajaran siswa selama penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis hasil validasi ahli, analisis peningkatan kompetensi siswa, dan analisis hasil implementasi media. Analisis validasi ahli digunakan untuk menilai kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan (Enita, 2022). Peningkatan kompetensi siswa dianalisis menggunakan perhitungan N-Gain berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* pada aspek kognitif dan psikomotorik (Siregar dkk., 2024). Selanjutnya, analisis hasil implementasi media dilakukan melalui uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas, yang dilanjutkan dengan uji hipotesis untuk mengetahui perbedaan peningkatan kompetensi antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa media pembelajaran berbasis web yang dikembangkan dalam bentuk *Learning Management System* (LMS) Moodle yang terintegrasi dengan *AI-Based Question Generator* dan menerapkan model *Project-Based Learning*. Media ini dirancang untuk siswa kelas X program

keahlian Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) di SMK Negeri Takeran. Sistem yang dikembangkan berfungsi sebagai sarana pendukung pembelajaran pemrograman terstruktur, khususnya dalam meningkatkan kompetensi siswa pada aspek kognitif dan psikomotorik.

Hasil Pengembangan Media Pembelajaran

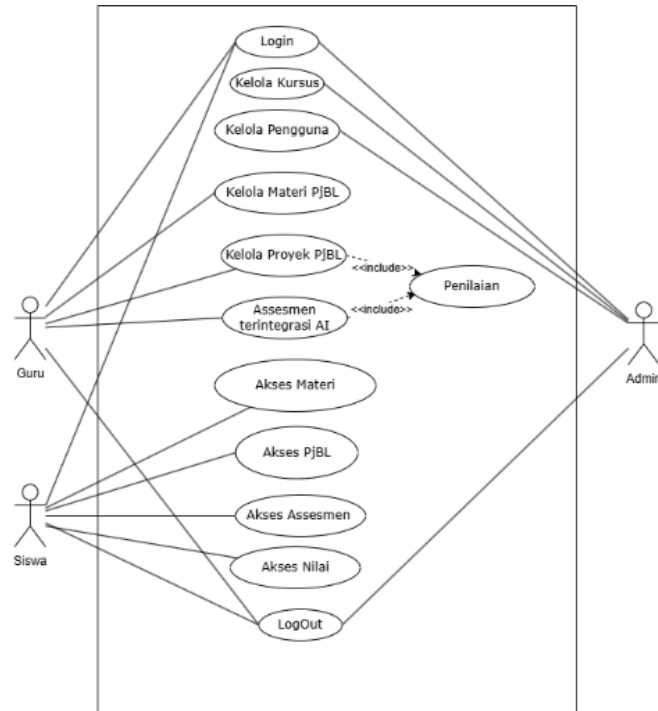
Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran berbasis proyek yang dikembangkan pada LMS Moodle dan dirancang menggunakan model ADDIE. Pengembangan media dilakukan dengan mengintegrasikan prinsip *Project-Based Learning* pada setiap tahap, mulai dari analisis hingga evaluasi. Media ini ditujukan untuk siswa kelas X program keahlian Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) pada materi pemrograman terstruktur, dengan tujuan mendukung pemahaman konsep serta meningkatkan kompetensi kognitif dan psikomotorik siswa melalui aktivitas proyek yang terstruktur. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam setiap tahapan pembelajaran dan evaluasi.

1. Analisis (Analysis)

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di SMK Negeri Takeran, diperoleh temuan bahwa proses pembelajaran pada kompetensi Rekayasa Perangkat Lunak masih belum didukung oleh pemanfaatan teknologi pembelajaran digital secara optimal. Kegiatan pembelajaran dan evaluasi masih mengandalkan media konvensional, seperti presentasi PowerPoint, tanpa adanya *Learning Management System* (LMS) yang mampu mengelola materi, tugas, dan penilaian. Kondisi ini menyebabkan proses pembelajaran kurang efisien serta menyulitkan guru dalam memonitor capaian kompetensi siswa secara sistematis. Selain itu, keterbatasan akses siswa terhadap materi pembelajaran juga menjadi kendala karena materi hanya tersedia pada waktu dan media tertentu. Guru menyatakan bahwa keberadaan LMS yang dilengkapi fitur *AI-Based Question Generator* diperlukan untuk mendukung penyusunan evaluasi pembelajaran secara lebih efektif dan adaptif. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan LMS Moodle berbasis *Project-Based Learning* yang terintegrasi dengan *AI-Based Question Generator* sebagai solusi untuk mendukung pembelajaran yang lebih terstruktur dan berorientasi pada peningkatan kompetensi siswa.

2. Desain (Design)

Pada tahap perancangan, sistem yang dikembangkan disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan pembelajaran yang telah dilakukan sebelumnya. Fokus utama pada fase ini adalah pemodelan interaksi antara pengguna dan sistem melalui penyusunan *Use Case Diagram*, yang bertujuan untuk menggambarkan fungsi utama sistem serta peran setiap aktor dalam mendukung pembelajaran berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan *AI-Based Question Generator*.

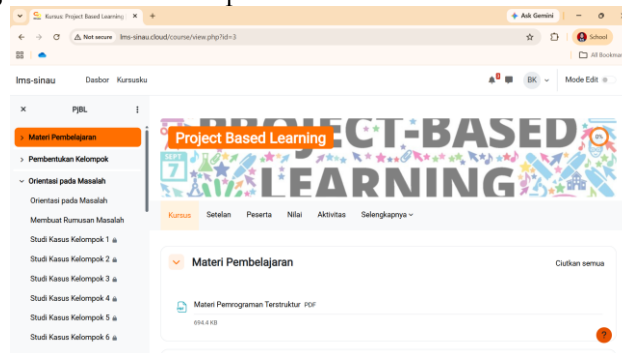


Gambar 2. UseCase Diagram

Use Case Diagram yang ditunjukkan pada Gambar 1. memperlihatkan tiga aktor utama, yaitu Admin, Guru, dan Siswa. Admin memiliki kewenangan dalam pengelolaan pengguna, kursus, serta pengaturan sistem secara keseluruhan. Guru berperan dalam mengelola materi pembelajaran berbasis PjBL, menyusun dan mengelola proyek, serta melakukan asesmen yang terintegrasi dengan fitur *AI-Based Question Generator* untuk mendukung proses penilaian. Sementara itu, siswa dapat mengakses materi, mengikuti aktivitas proyek PjBL, mengerjakan asesmen, serta melihat hasil penilaian yang diperoleh. Relasi antar *use case* menunjukkan keterkaitan proses asesmen dengan penilaian, yang menegaskan bahwa evaluasi pembelajaran dilakukan secara sistematis dan terintegrasi dalam satu platform LMS. Rancangan *use case* ini menjadi dasar dalam memastikan bahwa sistem LMS berbasis Moodle yang dikembangkan mampu mendukung proses pembelajaran, pelaksanaan proyek, serta evaluasi kompetensi kognitif dan psikomotorik siswa secara terstruktur dan efektif.

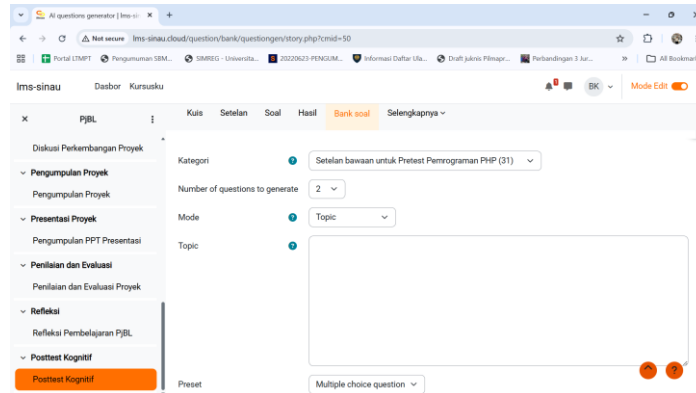
3. Pengembangan (Development)

Hasil penelitian ini berupa pengembangan media pembelajaran digital yaitu *Learning Management System* (LMS) Moodle yang diberi nama SINAU, yang dikembangkan dan diimplementasikan pada pembelajaran siswa kelas X program keahlian Rekayasa Perangkat Lunak di SMK Negeri Takeran. LMS SINAU dikembangkan dengan memanfaatkan platform Moodle dan diperkaya melalui integrasi plugin *AI-Based Question Generator* sebagai inovasi pada sistem evaluasi pembelajaran. Pengembangan media ini ditujukan untuk mendukung pembelajaran berbasis proyek secara lebih terstruktur dan adaptif, khususnya dalam memfasilitasi proses evaluasi pembelajaran yang efisien serta sesuai dengan kebutuhan kompetensi siswa.



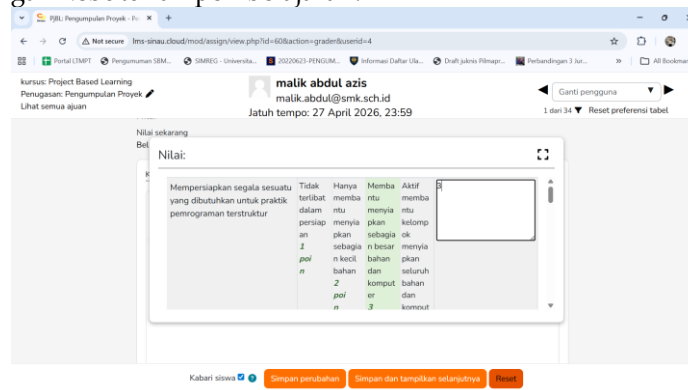
Gambar 3. Tampilan Proyek PjBL dibuat oleh guru

Pada Gambar 3. menunjukkan proses guru dalam merancang dan menetapkan proyek berbasis Project-Based Learning (PjBL) pada LMS. Proyek disusun sesuai kompetensi pemrograman terstruktur yang harus dicapai oleh siswa.



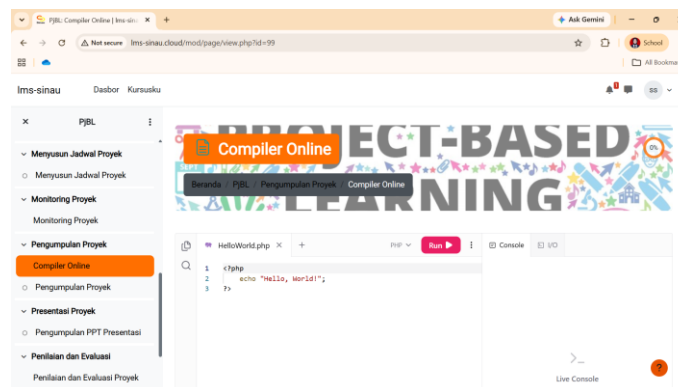
Gambar 4. Tampilan AI-Based Question Generator

Pada Gambar 4. menggambarkan pemanfaatan fitur AI-Based Question Generator oleh guru dalam menyusun soal evaluasi secara otomatis. Fitur ini membantu menghasilkan soal yang lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.



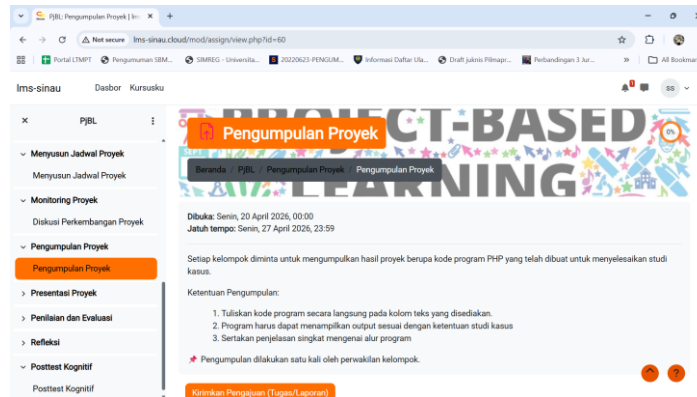
Gambar 5. Tampilan Guru melakukan penilaian

Pada Gambar 5. memperlihatkan aktivitas guru dalam melakukan penilaian terhadap hasil proyek dan evaluasi siswa melalui LMS. Sistem membantu guru memantau capaian kompetensi siswa secara terstruktur.



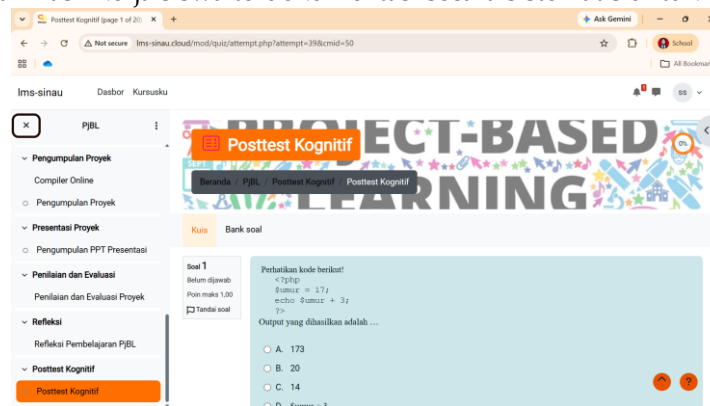
Gambar 6. Tampilan PjBL pada siswa

Pada Gambar 6. menunjukkan keterlibatan siswa dalam mengerjakan proyek PjBL yang dilengkapi dengan fasilitas praktik coding pada LMS. Fitur ini mendukung pengembangan keterampilan psikomotorik siswa secara langsung



Gambar 7. Tampilan Pengumpulan Proyek PjBL

Pada Gambar 7. menampilkan proses pengumpulan hasil proyek oleh siswa melalui LMS. Seluruh dokumen dan hasil kerja siswa terdokumentasi secara sistematis untuk keperluan evaluasi.



Gambar 8. Tampilan Siswa evaluasi di LMS

Pada Gambar 8. menggambarkan pelaksanaan evaluasi *posttest* oleh siswa menggunakan LMS. *Posttest* digunakan untuk mengukur peningkatan kompetensi siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis PjBL.

4. Implementasi (Implementation)

Tahap implementasi dilakukan menggunakan desain *Quasi Experiment* berbentuk *Nonequivalent Control Group Design* yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol (Sugiyono, 2013). Sebelum pembelajaran dilaksanakan, kedua kelompok diberikan *pretest* untuk mengukur kompetensi awal siswa pada elemen pemrograman terstruktur. Selanjutnya, kelas eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan LMS Moodle (SINAU) yang terintegrasi *AI-Based Question Generator* dengan pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL), sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran tanpa menggunakan LMS yang dikembangkan. Pada akhir rangkaian pembelajaran, kedua kelompok diberikan *posttest* untuk menilai peningkatan kompetensi siswa yang diperoleh. Hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dianalisis untuk mengetahui efektivitas penggunaan LMS Moodle berbasis PjBL dengan dukungan *AI-Based Question Generator* terhadap peningkatan kompetensi kognitif dan psikomotorik siswa

5. Evaluasi (Evaluation)

Tahap evaluasi dilakukan secara berkelanjutan selama proses pengembangan menggunakan model ADDIE untuk memastikan kualitas dan kelayakan LMS yang dikembangkan. Evaluasi mencakup evaluasi formatif dan evaluasi sistem. Evaluasi formatif dilakukan melalui validasi oleh ahli media, ahli materi, ahli modul ajar, dan ahli soal untuk memperoleh masukan terkait kelayakan produk sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Sementara itu, evaluasi sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* guna menguji kesesuaian fungsi sistem dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa LMS SINAU berbasis Moodle yang terintegrasi dengan *AI-Based Question Generator* telah memenuhi aspek kelayakan dan seluruh fitur utama sistem

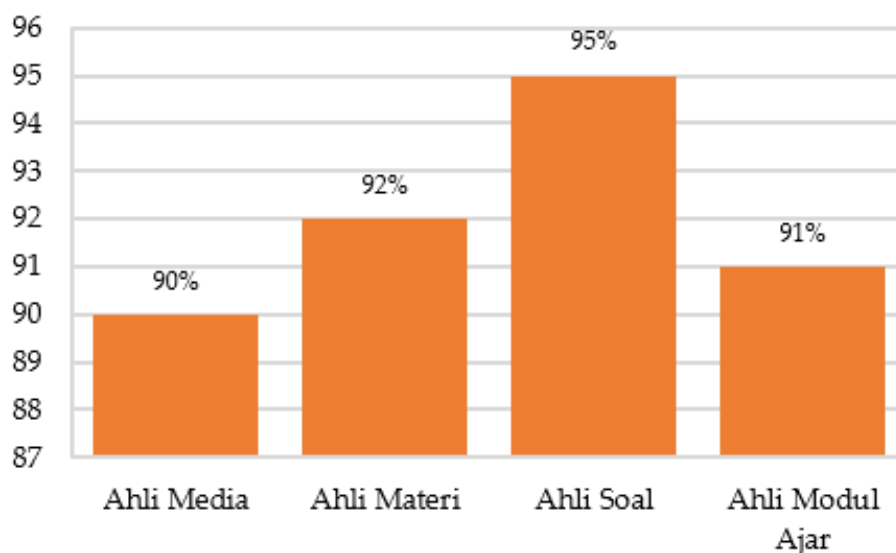
dapat berjalan sesuai dengan fungsinya, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada elemen pemrograman terstruktur.

Pembahasan Hasil Penelitian

1. Hasil Validasi

Berdasarkan hasil analisis validasi, seluruh aspek penilaian menunjukkan capaian skor rata-rata pada kategori sangat layak. Hasil tersebut menegaskan bahwa media pembelajaran LMS Moodle yang diperkaya dengan fitur *AI-Based Question Generator* memenuhi kriteria kelayakan sebagai media pendukung pembelajaran pemrograman terstruktur berbasis *Project-Based Learning*. Ringkasan capaian validasi tiap aspek disajikan pada Gambar 8 yang memperlihatkan distribusi persentase kelayakan hasil penilaian ahli. Temuan ini selaras dengan kriteria kelayakan yang dikemukakan oleh (Enita, 2022), yang menyatakan bahwa persentase kelayakan pada rentang 81–100% termasuk dalam kategori sangat valid dan dapat digunakan tanpa perbaikan mendasar. Selain itu, hasil penelitian ini diperkuat dari temuan (Haidir & Susanti, 2026) yang menunjukkan bahwa media pembelajaran digital berbasis *Project-Based Learning* yang dikembangkan melalui model ADDIE memperoleh tingkat validitas tinggi dari para ahli dan dinilai efektif untuk mendukung pembelajaran interaktif.

Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli



Gambar 9 Grafik Rekapitulasi Hasil Validasi

2. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan bahwa setiap fungsi pada LMS SINAU berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Pengujian difokuskan pada fitur-fitur utama yang merepresentasikan alur kerja sistem, meliputi proses login, kelola materi PjBL, kelola asesmen berbasis *AI-Based Question Generator*, akses asesmen, akses nilai, hingga logout. Hasil pengujian pada Tabel 1. menunjukkan bahwa seluruh skenario pengujian memperoleh status valid, sehingga setiap fungsi sistem dapat berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 1. Hasil Uji *Black Box*

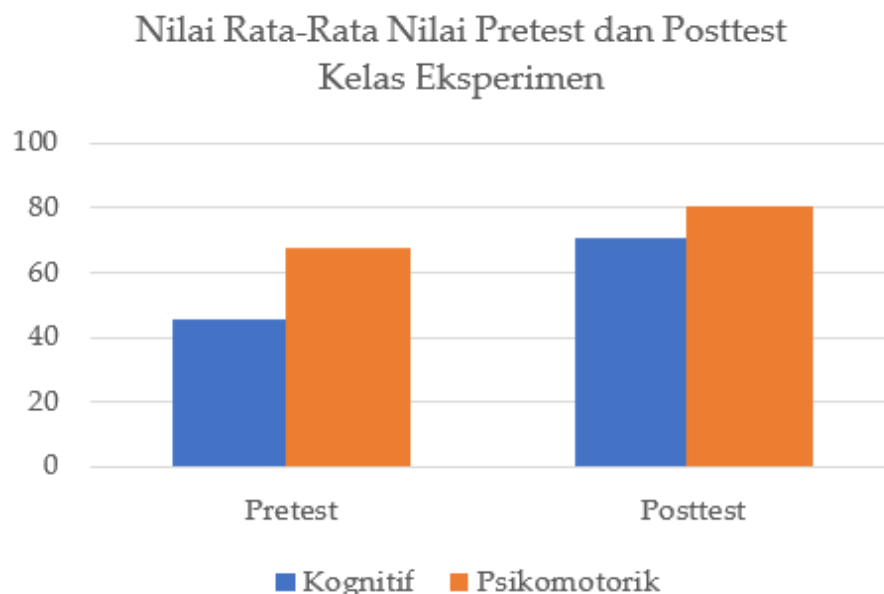
Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
Login	Login dengan username & password benar	Dashboard sesuai peran tampil	Valid

Kelola Materi PjBL	Menambahkan materi lengkap	Materi tersimpan dan dapat diakses siswa	Valid
Kelola Asesmen berbasis AI Based Question Generator	Generate soal AI dengan parameter lengkap	Soal dihasilkan sesuai parameter dan tersimpan	Valid
Kelola Asesmen berbasis AI Based Question Generator	Simpan hasil generate soal	Soal tersimpan di bank soal	Valid
Akses Asesmen	Siswa membuka asesmen tersedia	Asesmen dapat diakses oleh siswa	Valid
Akses Nilai	Siswa membuka asesmen/tugas yang sudah dinilai	Nilai proyek/asesmen terlihat	Valid
LogOut	Logout	Sesi berakhir dan halaman login tampil	Valid

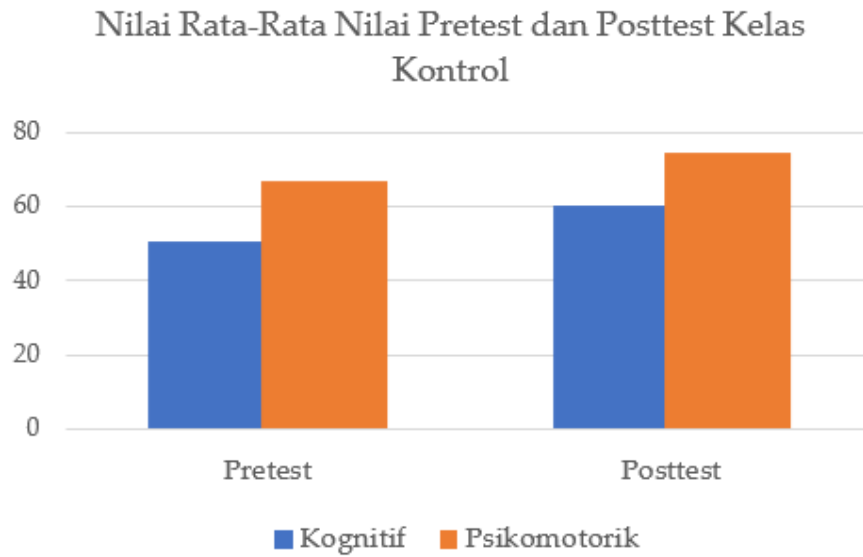
3. Hasil Peningkatan Kompetensi

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Gambar 9 dan Gambar 10 hasil *pretest* dan *posttest*, terlihat adanya peningkatan capaian pembelajaran siswa pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol, baik pada aspek kognitif maupun psikomotorik. Pada kelas eksperimen, peningkatan nilai rata-rata terlihat lebih menonjol setelah penerapan LMS Moodle terintegrasi *AI-Based Question Generator* berbasis *Project-Based Learning*, yang menunjukkan perbaikan signifikan antara kondisi awal (*pretest*) dan akhir pembelajaran (*posttest*) pada kedua ranah kompetensi.

Sementara itu, kelas kontrol juga mengalami peningkatan nilai, namun dengan selisih yang relatif lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan LMS berbasis *Project-Based Learning* memberikan kontribusi yang lebih efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep serta keterampilan praktik siswa. Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa integrasi pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan sistem digital dan evaluasi berbasis AI mampu memperkuat proses belajar siswa secara kognitif maupun psikomotorik.



Gambar 10. Grafik *Pretest Posttest* Kognitif dan Psikomotorik Kelas Eksperimen



Gambar 11. Grafik *Pretest Posttest* Kognitif dan Psikomotorik Kelas Kontrol

4. Analisis Hasil Implementasi

1. Uji Normalitas

		Valid	Std. Deviation	Shapiro-Wilk	P-value of Shapiro-Wilk
Pretest Kognitif	Eksperimen	31	18.38	0.941	.089
Pretest Kognitif	Kontrol	31	18.31	0.947	.133
Posttest Kognitif	Eksperimen	31	20.10	0.933	.053
Posttest Kognitif	Kontrol	31	19.75	0.982	.854
Pretest Psikomotorik	Eksperimen	31	11.46	0.939	.078
Pretest Psikomotorik	Kontrol	31	11.52	0.946	.118
Posttest Psikomotorik	Eksperimen	31	10.08	0.940	.083
Posttest Psikomotorik	Kontrol	31	11.03	0.946	.120

Gambar 12. Hasil Uji Normalitas

Hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa seluruh data penelitian memiliki distribusi normal (Iskandar dkk., 2025). Hal ini ditunjukkan oleh nilai signifikansi (p-value) pada data *pretest* dan *posttest*, baik pada aspek kognitif maupun psikomotorik, di kelas eksperimen dan kontrol, yang seluruhnya lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, data penelitian telah memenuhi asumsi normalitas sehingga layak digunakan dalam analisis statistik lanjutan menggunakan uji parametrik.

2. Uji Homogenitas

Test of Equality of Variances (Levene's) ▼

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest Kognitif	0.043	1	60	.836
Posttest Kognitif	0.157	1	60	.693
Pretest Psikomotorik	9.916×10 ⁻⁴	1	60	.975
Posttest Psikomotorik	0.063	1	60	.802

Gambar 13. Hasil Uji Homogenitas

Uji homogenitas varians dilakukan menggunakan *Levene's Test* untuk mengetahui kesamaan varians data antara kelas eksperimen dan kelas kontrol (Husaeni dkk., 2025). Berdasarkan hasil pengujian, nilai signifikansi (p-value) pada data *pretest* dan *posttest*, baik aspek kognitif maupun psikomotorik, seluruhnya menunjukkan nilai lebih besar dari 0,05.

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa varians data pada kedua kelompok bersifat homogen. Dengan terpenuhinya asumsi homogenitas, maka data penelitian memenuhi prasyarat untuk dilanjutkan ke tahap analisis uji hipotesis menggunakan uji statistik parametrik.

3. Uji Hipotesis

Independent Samples T-Test

	t	df	p
Posttest Kognitif	2.008	60	.049

Note. Student's t-test.

Gambar 14. Hasil Uji Hipotesis Kognitif

Independent Samples T-Test ▼

	t	df	p
Posttest Psikomotorik	2.104	60	.040

Note. Student's t-test.

Gambar 15. Hasil Uji Hipotesis Psikomotorik

Uji hipotesis dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan efektivitas penerapan LMS SINAU berbasis Moodle terhadap peningkatan kompetensi siswa (Yuliani dkk., 2025). Setelah data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas, pengujian dilanjutkan menggunakan uji statistik parametrik, yaitu *Independent Sample T-Test* terhadap nilai N-Gain pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, baik pada aspek kognitif maupun psikomotorik.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada aspek kognitif terdapat perbedaan peningkatan kompetensi yang signifikan antara kedua kelompok, dengan nilai signifikansi 0,049 ($< 0,05$). Hasil serupa juga diperoleh pada aspek psikomotorik, di mana nilai signifikansi sebesar 0,040 ($< 0,05$) menunjukkan adanya perbedaan peningkatan kompetensi yang bermakna antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan LMS SINAU berbasis Moodle terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa dibandingkan pembelajaran tanpa penerapan media pembelajaran berbasis LMS.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan *AI-Based Question Generator* yang terintegrasi dalam *Learning Management System* (LMS) Moodle berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) mampu mendukung pembelajaran elemen pemrograman terstruktur di SMK. LMS yang dikembangkan melalui tahapan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran, serta mampu mengelola proses pembelajaran dan evaluasi secara lebih terstruktur dan efisien.

Selain itu, penerapan *AI-Based Question Generator* pada LMS Moodle berbasis PjBL terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi pada aspek kognitif dan psikomotorik siswa yang menggunakan sistem lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa dukungan LMS. Perbedaan peningkatan tersebut bersifat signifikan yang menunjukkan bahwa penggunaan LMS berbasis *Project Based Learning* terintegrasi *AI Based Question Generator* efektif dalam mendukung proses pembelajaran dan peningkatan kompetensi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anantasia, G. (2025). Metodologi Penelitian Quasi Eksperimen. *ADIBA:Journal Of Education*, 5(2), 183–192.
- Astawa, N. L. P. N. S. P., Zildjian, R., & Gunawan, A. P. T. (2023). Persepsi Siswa terhadap Penggunaan Teknologi dalam Proses Pembelajaran di Masa Pandemi. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(5), 3260–3265. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i5.1999>
- Enita, E. (2022). Pengembangan Media Papan Angka Berpasangan Untuk Memfasilitasi Kemampuan Mengenal Lambang Bilangan Pada Anak Usia 4-5 Tahun. *Universitas Pendidikan Indonesia*, 25–35.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/jpa.v6i1.51432>
- Haidir, G., & Susanti, M. D. E. (2026). *Pengembangan Media Pembelajaran Web Belajar Berbasis Project-Based Learning dengan Model ADDIE*. 11(2), 47–58.
- Husaeni, D. N. Al, Gintara, A. R., Nabila, G. F., & Nursalman, M. (2025). *Mengungkap Pentingnya Uji Normalitas dan Homogenitas dalam Penelitian : Studi Kasus dan Aplikasinya*. 9(2011), 829–839. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/24268>
- Iskandar, A. A., Uly, R., Misbah, I., & Nursalman, M. (2025). *Perbandingan Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Data Pretest dan Posttest Siswa dengan Menggunakan Software SPSS dan Microsoft Excel*. 9, 290–303. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/24179>
- Kurdi, G., Leo, J., Parsia, B., Sattler, U., & Al-Emari, S. (2019). A Systematic Review of Automatic Question Generation for Educational Purposes. *Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-019-00186-y>
- Muharam, R. S., Afrilia, U. A., & Sudarma. (2025). *Revitalisasi Pendidikan Vokasi Berbasis Kebutuhan Industri 4 . 0: Implikasi Kebijakan Pendidikan di Daerah Sub-Urban*. 4(3), 425–436. <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.4440>
- Rahayu, A. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) : Pengertian, Jenis dan Tahapan Ade. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470. <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092>
- Rizal, W. Y. (2021). *Pengaruh Kompetensi Terhadap Kinerja Pegawai Negeri Sipil Di Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Dan Olahraga Kota Dumai*. Other thesis, Universitas Islam Riau. 11–37. <https://repository.uir.ac.id/3329/5/bab2.pdf>
- Ruziq, F., Hafiz, S., Ginting, N., & Wayahdi, M. R. (2024). Pelatihan Membangun Website CRUD Dengan Pemrograman PHP Pada Siswa/I SMK Swasta Free Methodist Medan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara (Pengabmas Nusantara)*, 6(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.57214/pengabmas.v6i1.476>
- Safitri, Z., & Hanifah, U. (2025). *Integrating Affective Evaluation in Arabic Language Learning : A Theoretical and Conceptual Analysis within the Indonesian Islamic Education*. 8(2), 528–536. <https://doi.org/http://doi.org/10.35931/am.v8i2.5170>
- Siregar, T., Abadi, A. M., Andayani, S., Rangkuti, A. N., & Sungkono, J. (2024). Uji Normalitas Gain Untuk Pemantapan dan Modul Dengan One Group Pre And Post Test di SMP Negeri 1 Padangsimpuan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 499–504. <https://doi.org/https://doi.org/10.53276/dedikasi.v3i2.206>
- Sugiyono, P. D. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (19 ed.). Penerbit Alfabeta.
- Yuliani, N., Suwartane, I. G. A., Pramestari, D., & Gustina, D. (2025). *Analisis Paired Sample T-Test untuk Mengukur Efektivitas Pelatihan Digital Marketing dalam Meningkatkan Pemasaran Desa Wisata*. 9(3), 20–31. <https://doi.org/doi.org/10.37817>