

Pengembangan LMS Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Hasil Belajar Subnetting dengan Mengimplementasikan Berpikir Kritis Siswa SMK

Noor Fitri Damayanti¹, Ekohariadi²

^{1,2}Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

Artikel Info

Kata Kunci:

LMS;
PjBL;
Hasil Belajar
Subnetting;
Berpikir Kritis;

Keywords:

LMS;
PjBL;
Learning Outcomes;
Subnetting;
Critical Thinking;

Riwayat Article (Article History):

Submitted: 29 Januari 2026
Accepted: 10 Maret 2026
Published: 1 September 2026

Abstrak: Transformasi digital menuntut penerapan teknologi pembelajaran yang mampu meningkatkan fleksibilitas, interaktivitas pada kegiatan pembelajaran, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Namun, pembelajaran konvensional masih menyebabkan rendahnya hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi *subnetting*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas LMS Moodle berbasis PjBL dalam meningkatkan hasil belajar dan implementasi berpikir kritis siswa kelas XI TKJ di SMKN 1 Cerme. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan model ADDIE dengan desain *One-Group Pretest-Posttest* terhadap 33 siswa. Instrumen meliputi tes kognitif, serta rubrik penilaian proyek dan berpikir kritis. Analisis data meliputi validasi ahli, uji *Wilcoxon*, dan analisis deskriptif kemampuan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan LMS yang dikembangkan sangat valid dan mampu meningkatkan hasil belajar secara signifikan, dengan nilai $Z = -5,038$ dan $\text{Sig.} < 0,05$ pada aspek kognitif serta $Z = -5,021$ dan $\text{Sig.} < 0,05$ pada hasil proyek. Rata-rata ketercapaian berpikir kritis sebesar 60,42% (kategori cukup). Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi LMS dan PjBL berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar dan keterlibatan siswa. Namun penelitian ini terbatas pada tidak adanya data awal kemampuan siswa, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan desain yang lebih komprehensif.

Abstract: Digital transformation requires the integration of learning technologies that enhance the flexibility and interactivity in the learning process, particularly in Vocational High School. However, conventional teaching practices still result in low learning outcomes and limited critical thinking skills among students, especially in *subnetting* material. This study aims to develop and examine the effectiveness of a Moodle Learning Management System based on Project Based Learning in improving the learning outcomes and critical thinking implementation of 11th grade Computer and Network Engineering students at SMKN 1 Cerme. The research used the ADDIE model development method with a *One-Group Pretest-Posttest* design on 33 students. The instruments included cognitive tests, as well as rubrics for project assessment and critical thinking. Data analysis includes expert validation, the *Wilcoxon* Test, and descriptive analysis of critical thinking skills. The research results show that the developed LMS is highly valid and significantly improves learning outcomes ($Z = -5,038$; $Z = -5,021$; $\text{Sig.} < 0,05$). The average achievement of critical thinking skills was 60,42% (moderate). These findings suggest that the integration of LMS and PjBL contributes to improving learning outcomes and student engagement. However, this study is limited by the absence of

baseline data on students abilities, suggesting the need for further research using more comprehensive designs.

Corresponding Author:

Noor Fitri Damayanti

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: noorfitri.21019@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam dunia pendidikan, khususnya pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), mendorong berbagai lembaga pendidikan untuk mulai mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran. Upaya ini dilakukan agar kegiatan belajar mengajar lebih efektif, fleksibel, dan relevan dengan tuntutan dunia kerja. Salah satu bentuk penerapan teknologi tersebut adalah penggunaan *Learning Management System* (LMS) sebagai media pembelajaran berbasis digital. Menurut UNESCO (2020), pemanfaatan teknologi digital memiliki peran penting dalam menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan tidak terbatas oleh ruang maupun waktu. Dalam praktiknya, LMS seperti Moodle dapat digunakan untuk mengelola materi pembelajaran, tugas, serta evaluasi hasil belajar, baik dalam pembelajaran tatap muka maupun daring (Wiragunawan, 2022; Yauma et al., 2021).

Meskipun demikian, pemanfaatan LMS di SMK pada kenyataannya masih belum berjalan secara optimal. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa implementasi LMS masih menghadapi berbagai kendala, baik dari segi sarana maupun kemampuan pengguna, sehingga belum dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam mendukung pembelajaran (Sari & Al Hamidi, 2024; Sugiarto & Musyafa, 2024). Selain itu, proses pembelajaran di SMK masih cenderung berpusat pada guru dengan dominasi metode ceramah, serta belum optimal dalam mengintegrasikan teknologi pembelajaran (Kurniawan et al. 2021). Penggunaan media pembelajaran yang kurang interaktif juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran (Limbong et al., 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi pembelajaran, termasuk LMS, belum sepenuhnya mampu meningkatkan keaktifan dan pemahaman siswa karena masih terdapat keterbatasan dalam desain dan penerapan media pembelajaran berbasis digital (Marta et al., 2023). Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan antara potensi LMS sebagai media pembelajaran inovatif dengan penerapannya di lapangan.

Di sisi lain, SMK dituntut untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya memiliki keterampilan teknis, tetapi juga berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kompetensi lain yang dibutuhkan di abad ke-21 (Budiarto et al., 2024). Kemampuan berpikir kritis menjadi aspek yang penting karena berkaitan langsung dengan cara siswa memahami konsep, menganalisis permasalahan, serta mengambil keputusan secara logis. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang baik umumnya juga menunjukkan hasil belajar yang lebih optimal. Sebaliknya, jika kemampuan berpikir kritis rendah, siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami materi, terutama pada materi yang bersifat analitis. Hal ini sejalan dengan temuan Kurniawan et al. (2021) yang menyatakan bahwa masih banyak siswa SMK yang belum mampu membuat inferensi logis, memahami asumsi, maupun menarik kesimpulan secara rasional.

Permasalahan tersebut juga terlihat dari hasil pengamatan selama kegiatan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di SMKN 1 Cerme. Pada mata pelajaran kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), khususnya pada materi *subnetting*, metode pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep perhitungan *subnetting*, seperti konversi bilangan biner, penentuan *prefix*, pembagian *subnet* sesuai dengan kebutuhan *host*, serta penentuan *network address* dan *broadcast address*. Selain itu, penggunaan media pembelajaran yang kurang variatif membuat siswa kurang terlibat secara aktif selama proses pembelajaran berlangsung. Kondisi ini berdampak pada rendahnya hasil belajar siswa yang juga belum didukung oleh kemampuan berpikir kritis yang memadai.

Materi *subnetting* merupakan salah satu kompetensi dasar yang penting dalam bidang jaringan komputer. Materi ini menuntut siswa untuk mampu berpikir secara logis, sistematis dan analitis dalam menyelesaikan permasalahan pengalaman jaringan. Penguasaan *subnetting* tidak hanya berpengaruh terhadap hasil belajar, tetapi juga menjadi bekal penting bagi siswa dalam dunia kerja, khususnya di bidang administrasi jaringan (Zaafarani & Yunanda, 2023). Namun demikian, materi ini sering dianggap sulit karena melibatkan proses perhitungan yang cukup kompleks, seperti konversi bilangan biner, penentuan jumlah *host*, serta identifikasi *network* dan *broadcast address* dengan metode CIDR dan VLSM (Sustia & Albar, 2024). Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang tidak hanya membantu siswa memahami konsep, tetapi juga melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) dapat meningkatkan keterlibatan siswa sekaligus mengembangkan berpikir kritis melalui aktivitas pemecahan masalah berbasis proyek (Widiawati et al., 2024). Di sisi lain, penggunaan LMS juga terbukti dapat mendukung pembelajaran yang lebih fleksibel dan terstruktur. Namun, sebagian besar penelitian masih mengkaji penerapan PjBL dan LMS secara terpisah. Penelitian yang mengintegrasikan keduanya, khususnya dalam konteks pembelajaran vokasi pada materi *subnetting*, masih relatif terbatas. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan pembelajaran berbasis LMS Moodle dengan model *Project Based Learning* (PjBL) pada materi *subnetting* di SMKN 1 Cerme. Melalui integrasi ini, diharapkan pembelajaran menjadi lebih interaktif dan mendorong keterlibatan aktif siswa, sehingga dapat meningkatkan berpikir kritis sekaligus hasil belajar siswa. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran yang lebih inovatif serta menjawab kebutuhan kompetensi siswa SMK di era digital.

METODE

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan suatu sarana pembelajaran digital berupa LMS Moodle dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi *subnetting*. LMS Moodle dirancang untuk meningkatkan hasil belajar materi *subnetting* di SMKN 1 Cerme dengan menggunakan model ADDIE yang merupakan kepanjangan dari *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (Vivien Pitriani et al., 2021). Model ADDIE dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur, dimulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi produk, sehingga memudahkan dalam merancang media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Dewi et al., 2022). ADDIE juga memberikan ruang untuk melakukan revisi pada setiap tahap (Husaini & Prisma, 2025), yang menjadikannya fleksibel dan adaptif terhadap perubahan selama proses pengembangan berlangsung (Putri & Yogica, 2023). Tahapan ADDIE pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Model ADDIE

Tahap	Proses
<i>Analysis</i>	Proses mengidentifikasi kebutuhan sistem.
<i>Design</i>	Proses perancangan konsep awal produk.
<i>Development</i>	Proses pengembangan produk yang disesuaikan dengan rancangan awal.
<i>Implementation</i>	Proses uji coba produk dalam kegiatan pembelajaran
<i>Evaluation</i>	Proses penilaian hasil produk.

Subjek yang diteliti pada penelitian ini yaitu siswa kelas XI TKJ 1 di SMK Negeri 1 Cerme yang berjumlah 33 siswa. Untuk proses validasi media pembelajaran yang berupa RPP, Materi, Soal, dan Media LMS melibatkan para ahli di bidangnya. Validator dalam penelitian ini terdiri atas guru dari program keahlian TKJ SMK Negeri 1 Cerme serta Dosen Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi dan Teknik Informatika Universitas Negeri Surabaya. Instrumen penelitian ini meliputi tes

yang berupa 20 soal pilihan ganda yang digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif siswa, rubrik penilaian proyek untuk menilai hasil dan proses pembelajaran dengan menggunakan PjBL, dan rubrik penilaian berpikir kritis yang digunakan untuk mengukur kemampuan interpretasi, evaluasi, kemandirian, penjelasan, dan penarikan kesimpulan siswa.

Penelitian ini menerapkan desain *One-Group Pretest-Posttest*. Siswa terlebih dahulu diberikan tes awal (*pretest*) untuk mengetahui kemampuan awal sebelum penggunaan LMS. Selanjutnya, setelah proses pembelajaran menggunakan LMS dilaksanakan, peserta didik diberikan tes akhir (*posttest*) untuk mengetahui perubahan hasil belajar setelah perlakuan diberikan. Adapun rancangan penelitian ditunjukkan sebagai berikut:

$$O_1 \quad X \quad O_2$$

Keterangan:

O₁ : Nilai *Pretest* (hasil tes sebelum menggunakan LMS)

X : Diberikan perlakuan

O₂ : Nilai *Posttest* (hasil tes setelah menggunakan LMS)

Teknik analisis data dalam penelitian ini mencakup analisis hasil validasi terhadap RPP, materi, soal, dan media pembelajaran yang telah dinilai oleh para validator, serta analisis hasil belajar siswa pada materi *subnetting* dan implementasi berpikir kritis siswa pada kegiatan pembelajaran menggunakan LMS berbasis PjBL.

1. Analisis Hasil Validasi

Hasil validasi diperoleh melalui proses penilaian yang dilakukan oleh para ahli, yaitu dosen Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi dan Teknik Informatika Universitas Negeri Surabaya dan guru Kompetensi Keahlian Teknik Komputer dan Jaringan SMKN 1 Cerme. Para validator memberikan penilaian terhadap setiap indikator yang telah ditetapkan menggunakan skala penilaian 1-5.

Tabel 2. Skala Penilaian Validasi

Nilai	Penilaian
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Cukup Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

(Nafi'ah & Ekohariadi, 2024)

Data hasil validasi kemudian dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Persentase = \frac{\text{Skor total yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

(Nafi'ah & Ekohariadi, 2024)

Setelah nilai akhir validasi diperoleh melalui perhitungan, langkah berikutnya adalah menginterpretasikan hasil tersebut menggunakan pedoman kategori tingkat validitas.

Tabel 3. Persentase Kriteria Validasi

Persentase (%)	Penilaian
81-100	Sangat Valid
61-80	Valid
41-60	Cukup Valid
21-40	Tidak Valid
0-20	Sangat Tidak Valid

(Nafi'ah & Ekohariadi, 2024)

2. Analisis Hasil Belajar

Setelah terdapat data nilai *pretest* dan *posttest* siswa yang diperoleh dari penilaian soal berbentuk pilihan ganda berjumlah 20 soal untuk kognitif serta nilai proyek siswa pada kegiatan pembelajaran berbasis PjBL yang dinilai berdasarkan rubrik proyek, selanjutnya akan dilakukan perhitungan hasil belajar siswa. Untuk teknik analisis data hasil belajar siswa akan dilakukan perhitungan menggunakan *software* SPSS. Uji yang dilakukan yaitu:

a. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan teknik analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah data penelitian tersebut memiliki distribusi normal (Field, 2021). Pengujian ini penting dilakukan untuk menjamin ketepatan dalam pengujian hipotesis yang mensyaratkan bahwa variabel yang dianalisis harus berdistribusi normal (Handayani & Subakti, 2021). Peneliti menggunakan uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* karena data yang digunakan dalam penelitian ini adalah <50 responden. Adapun kriteria pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi (p-value) adalah sebagai berikut:

- 1) Jika p-value > 0,05 maka data terdistribusi normal
- 2) Jika p-value < 0,05 maka data tidak terdistribusi normal

b. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dalam penelitian ini menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test*, yaitu uji statistik nonparametrik yang digunakan untuk membandingkan dua kelompok data berpasangan yang saling berhubungan. Uji ini bertujuan untuk mengetahui perubahan median antar pasangan data dengan cara memberikan peringkat terhadap selisih nilai masing-masing pasangan (Widiana et al., 2025). Metode *Wilcoxon* dipilih karena tetap dapat digunakan meskipun jumlah sampel relatif kecil serta data tidak terdistribusi normal (Puspita et al., 2022). Adapun kriteria pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi (Asymp. Sig. (2-tailed)) adalah sebagai berikut:

- 1) Asymp. Sig. (2-tailed) < 0,05, maka terdapat perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*.
- 2) Asymp. Sig. (2-tailed) > 0,05, maka tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*.

3. Analisis Implementasi Berpikir Kritis

Data berpikir kritis siswa dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Data tersebut diperoleh melalui observasi kinerja siswa ketika mengerjakan studi kasus pada pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning*. Penilaian dilakukan pada tahap *pretest* dan *posttest* menggunakan rubrik berpikir kritis dengan *sub-variabel* Interpretasi, Evaluasi, Kemandirian, Penjelasan, dan Penarikan Kesimpulan. Analisis masing-masing *sub-variabel* dilakukan dengan menghitung nilai persentase dengan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor total yang diperoleh}}{\text{Skor maks} \times \text{jumlah siswa} \times \text{jumlah indikator}} \times 100\%$$

Lalu persentase tersebut diinterpretasi dengan kriteria kemampuan berpikir kritis yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kemampuan Berpikir Kritis

Persentase (%)	Kategori
80-100	Sangat Baik
60-80	Baik
40-60	Cukup
20-40	Kurang
0-20	Sangat Kurang

(Setiana & Purwoko, 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. *Analyze*

Analisis permasalahan pembelajaran di SMKN 1 Cerme dilaksanakan melalui kegiatan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP). Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi terhadap proses pembelajaran yang berlangsung di kelas untuk mengidentifikasi permasalahan serta kebutuhan belajar siswa. Hasil observasi selama kegiatan PLP menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh arahan guru, karena metode yang digunakan cenderung bersifat konvensional melalui ceramah. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya kemandirian siswa saat kegiatan praktikum, khususnya dalam menyelesaikan proyek. Sebagian besar siswa masih bergantung pada arahan dan solusi yang diberikan oleh guru pengampu, sehingga materi pembelajaran yang diperoleh siswa belum optimal, terutama pada materi *subnetting*.

Hasil analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional pada LMS Moodle dengan PjBL dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Fungsional & Non Fungsional

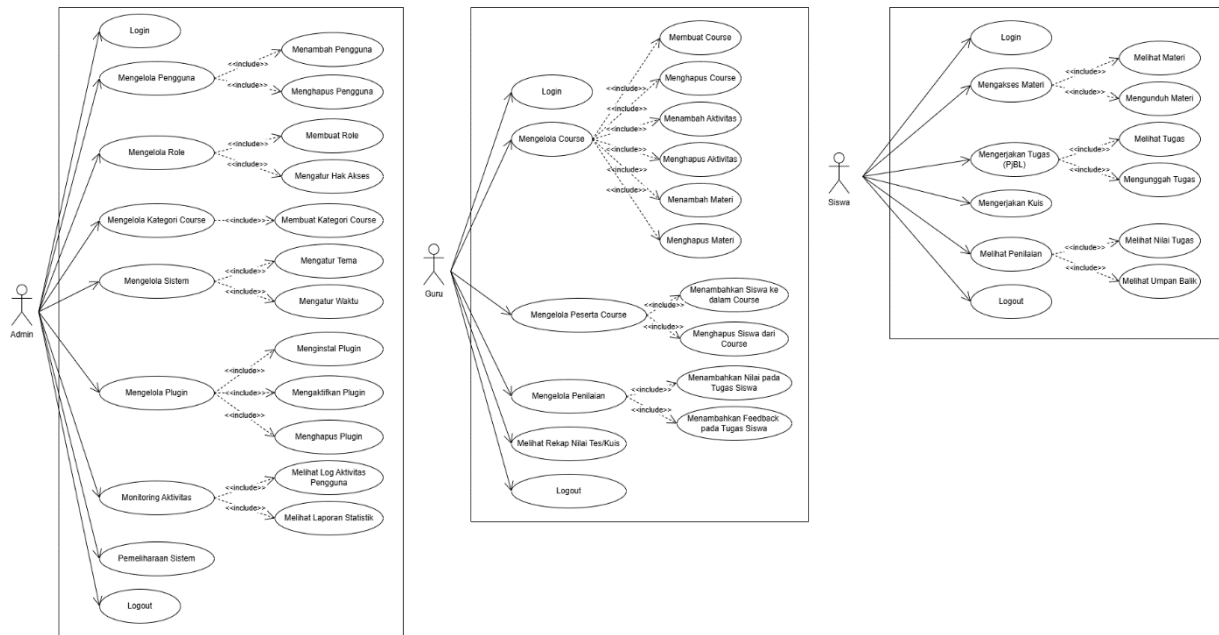
No	Kebutuhan Fungsional	Kebutuhan Non-Fungsional
1.	Manajemen pengguna;	Antarmuka responsif;
2.	Manajemen course;	Kemudahan pengguna;
3.	Monitoring aktivitas;	Keamanan data pengguna;
4.	Manajemen Kelompok;	
5.	Manajemen materi, tugas, kuis, dan forum;	
6.	Membuat <i>assignment</i> dan mengerjakan kuis;	
7.	Penilaian dan umpan balik;	

b. *Design*

Pada tahap ini, peneliti merancang desain LMS Moodle berbasis PjBL. Perancangan yang dilakukan meliputi pembuatan *Use Case Diagram*, *Class Diagram*, dan *Flowchart*.

1) *Use Case Diagram*

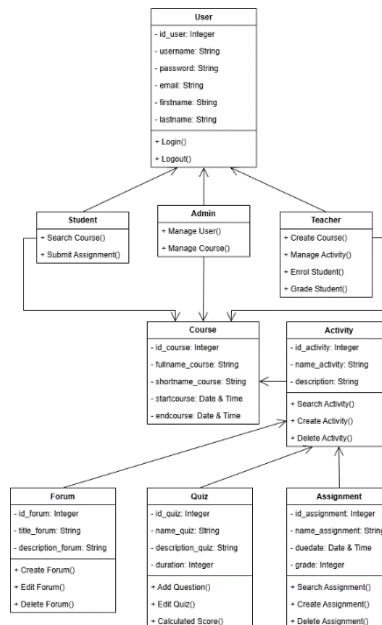
Dalam konteks *Unified Modeling Language* (UML), *Use Case Diagram* merupakan salah satu bentuk konseptualisasi yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana suatu perangkat lunak digunakan. Diagram ini berfungsi untuk menggambarkan interaksi yang terjadi antara sistem dan lingkungannya dan merepresentasikan perilaku sistem dengan menunjukkan fungsi-fungsi yang disediakan sistem serta pihak-pihak yang terlibat sebagai aktor (Nisa' et al., 2024). Diagram *Use Case* pada penelitian ini menggambarkan interaksi antara tiga aktor utama (admin, guru, dan siswa) dengan sistem. Masing-masing aktor memiliki hak akses dan fungsi yang berbeda sesuai dengan perannya. Diagram *Use Case* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Use Case Diagram

2) Class Diagram

Class Diagram merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antar kelas beserta struktur detail setiap kelas dalam model desain sistem. Diagram ini menunjukkan atribut, metode, serta relasi antar kelas yang merepresentasikan struktur sistem dan tanggung jawab masing-masing entitas dalam menentukan perilaku sistem (Ramdany et al., 2024). *Class Diagram* pada LMS Moodle dengan PjBL ini menggambarkan struktur kelas serta hubungan antar kelas yang membentuk sistem. Kelas *user* berperan sebagai kelas induk dan diturunkan menjadi tiga kelas turunan yaitu *admin*, *teacher*, dan *student*. *Class Diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.

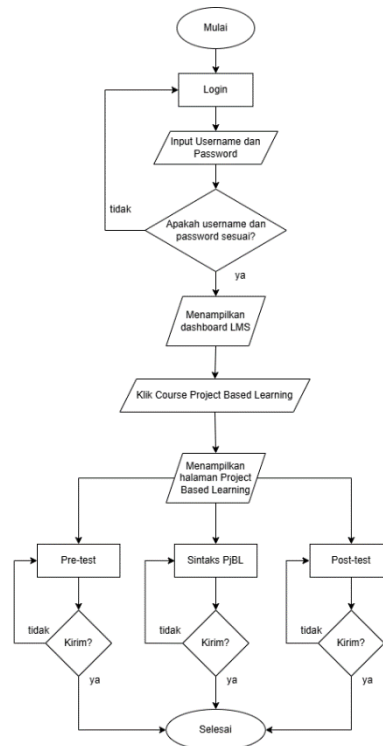


Gambar 2. Class Diagram

3) Flowchart

Flowchart merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program secara grafis (Sutanti et al., 2020). Gambar 3. merupakan *flowchart* dari

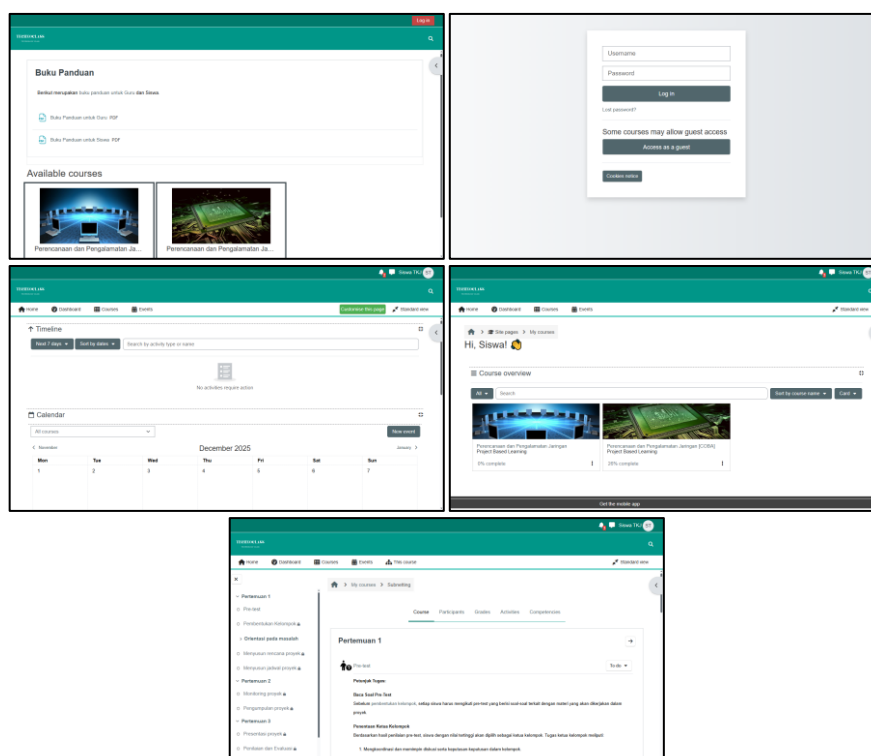
LMS Moodle berbasis PjBL yang dimulai dengan pengguna melakukan *login*, menampilkan *dashboard* LMS, kegiatan pembelajaran berbasis PjBL hingga berakhirnya kegiatan pembelajaran.



Gambar 3. Flowchart

c. *Development*

Pengembangan LMS berbasis PjBL dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan platform moodle dengan versi 5.0.3. Hasil pengembangan ini menghasilkan sebuah LMS Moodle bernama TechnoClass (*Technology Class*) yang dapat diakses melalui link berikut: (<https://technoclass.my.id/>). LMS Moodle ini dirancang untuk mendukung pembelajaran *subnetting* dengan mengintegrasikan model *Project Based Learning* (PjBL).



Gambar 4. Tampilan LMS TechnoClass

d. Implementation

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan produk LMS Moodle dengan *Project Based Learning* (PjBL) yang telah dikembangkan dan diuji keefektifannya kepada siswa kelas XI TKJ 1 SMKN 1 Cerme Gresik selama tiga pertemuan tatap muka. Implementasi diawali dengan pengenalan LMS dan alur PjBL kepada guru dan siswa, dilanjutkan dengan pendampingan akses LMS serta pelaksanaan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Siswa dibentuk dalam kelompok, menganalisis studi kasus, merumuskan masalah, menyusun rencana, dan jadwal proyek merupakan kegiatan pada pertemuan pertama. Pertemuan kedua difokuskan pada pelaksanaan dan monitoring proyek, kerja sama kelompok, serta pengumpulan hasil proyek dan bahan presentasi melalui LMS. Pertemuan ketiga meliputi presentasi hasil proyek oleh beberapa kelompok, penilaian dan evaluasi proyek oleh guru, refleksi pembelajaran, serta pelaksanaan *posttest* untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa pada materi *subnetting* setelah penerapan LMS Moodle dengan PjBL.

e. Evaluation

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai keefektifan LMS Moodle berbasis Project Based Learning (PjBL) yang telah diimplementasikan. Evaluasi mencakup aspek validasi media pembelajaran, hasil belajar dan ketercapaian indikator berpikir kritis siswa. Penilaian hasil belajar dilakukan melalui perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* pada kognitif dan hasil proyek, yang dianalisis menggunakan uji *Wilcoxon signed rank test*. Sementara itu, kemampuan berpikir kritis siswa dievaluasi melalui lembar observasi berbasis *sub-variabel* interpretasi, evaluasi, kemandirian, penjelasan, dan penarikan kesimpulan selama proses pelaksanaan proyek.

1) Hasil Validasi

Hasil validasi mendeskripsikan tingkat kelayakan produk yang dikembangkan sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Penilaian dilakukan oleh beberapa ahli dengan menggunakan metode skala Likert. Proses validasi meliputi validasi media, validasi materi, validasi soal, dan validasi RPP. Adapun hasil validasi yang diperoleh disajikan sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Validasi

No	Penilaian Validasi	Kevalidan	Keterangan
1.	Media	90%	Sangat Valid
2.	Materi	93%	Sangat Valid
3.	Soal	96%	Sangat Valid
4.	RPP	91%	Sangat Valid

2) Uji Normalitas

a) Penilaian Kognitif

Pada hasil uji Saphiro-Wilk, diperoleh nilai signifikansi pada data pretest kognitif sebesar 0,153 dan posttest kognitif sebesar 0,011. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest* kognitif tidak berdistribusi normal.

Tabel 7. Uji Normalitas Kognitif

	Test of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest Kognitif	.177	33	.010	.952	33	.153
Posttest Kognitif	.188	33	.005	.911	33	.011

b) Penilaian Hasil Proyek

Pada hasil uji Saphiro-Wilk, diperoleh nilai signifikansi pada data *pretest* hasil proyek sebesar 0,157 dan *posttest* hasil proyek sebesar 0,003. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest* hasil proyek tidak berdistribusi normal.

Tabel 8. Uji Normalitas Hasil Proyek

	Test of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest Hasil Proyek	.115	33	.200	.953	33	.157
Posttest Hasil Proyek	.165	33	.023	.890	33	.003

3) Uji Wilcoxon Signed Rank Test

a) Penilaian Kognitif

Dari hasil uji *Wilcoxon Signed Rank Test*, didapatkan nilai Z sebesar -5.038 dan nilai Asymp. Sig (2-tailed) < 0.001 yang lebih kecil dari 0.05, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya terdapat peningkatan nilai kognitif siswa setelah menggunakan LMS Moodle.

Tabel 9. Uji Hipotesis Kognitif

Test Statistics	
	Posttest Kognitif – Pretest Kognitif
Z	-5.038
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

b) Penilaian Hasil Proyek

Dari hasil uji *Wilcoxon Signed Rank Test*, didapatkan nilai Z sebesar -5.021 dan nilai Asymp. Sig (2-tailed) < 0.001 yang lebih kecil dari 0.05, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya terdapat peningkatan nilai proyek siswa setelah menggunakan LMS Moodle.

Tabel 10. Uji Hipotesis Hasil Proyek

Test Statistics	
	Posttest Hasil Proyek – Pretest Hasil Proyek
Z	-5.021
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

4) Analisis Implementasi Berpikir Kritis

Hasil *pretest* berpikir kritis siswa yang diperoleh melalui observasi kinerja menunjukkan bahwa sebagian besar sub variabel berpikir kritis berada pada kategori cukup, dengan nilai rata-rata sebesar 50,00%. Setelah diterapkannya pembelajaran dengan menggunakan LMS Moodle dengan model *Project Based Learning*, hasil *posttest* menunjukkan bahwa rata-rata sub variabel berpikir kritis berada pada kategori Baik, dengan rata-rata ketercapaian sebesar 60,42%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* berpikir kritis siswa namun tidak signifikan.

Tabel 11. Analisis Implementasi Berpikir Kritis

No	Sub-Variabel Berpikir Kritis	Pretest (%)	Kategori	Posttest (%)	Kategori
1.	Interpretasi	52,72	Cukup	62,72	Baik
2.	Evaluasi	50,30	Cukup	59,70	Cukup
3.	Kemandirian	49,10	Cukup	60,00	Cukup
4.	Penjelasan	51,52	Cukup	61,52	Baik
5.	Penarikan Kesimpulan	50,00	Cukup	58,18	Cukup
	Rata-rata	50,00	Cukup	60,42	Baik

2. Pembahasan

Penelitian ini mengkaji penerapan LMS Moodle berbasis *Project Based Learning* dalam meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil validasi menunjukkan bahwa LMS yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Selama implementasi, LMS Moodle mampu memfasilitasi aktivitas pembelajaran seperti akses materi, diskusi, penugasan dan penyelesaian proyek secara terstruktur, sehingga mendukung pelaksanaan PjBL secara efektif dan meningkatkan kemandirian belajar siswa.

Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa setelah penerapan pembelajaran, yang ditunjukkan melalui uji *Wilcoxon* dengan nilai signifikansi $< 0,05$ pada tes kognitif dan hasil proyek. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan LMS Moodle berbasis PjBL berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Selain itu, rata-rata ketercapaian indikator berpikir kritis sebesar 60,42% menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori cukup.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widiawati et al. (2024) yang menunjukkan bahwa *Project Based Learning* (PjBL) mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas pemecahan masalah berbasis proyek.

Namun demikian, penelitian ini belum disertai data awal yang menggambarkan pengalaman belajar siswa sebelum perlakuan diberikan, sehingga peningkatan yang terjadi belum sepenuhnya dapat didefinisikan sebagai dampak langsung dari penerapan LMS Moodle berbasis PjBL.

KESIMPULAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji LMS berbasis *Project Based Learning* dalam meningkatkan hasil belajar dengan mengimplementasikan berpikir kritis siswa pada materi *subnetting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media LMS berbasis PjBL dinyatakan layak, efektif, dan berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran. LMS yang dikembangkan mampu

memfasilitasi PjBL secara terstruktur serta mendukung peningkatan hasil belajar siswa, baik pada aspek kognitif maupun hasil proyek. Meskipun peningkatan kemampuan berpikir kritis belum menunjukkan perubahan yang signifikan, keterlibatan dan interaksi siswa selama pembelajaran menunjukkan adanya potensi pengembangan kemampuan tersebut. Temuan ini mendukung pendekatan konstruktivistik yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar berbasis proyek yang didukung teknologi. Namun, penelitian ini belum disertai data awal yang menggambarkan kondisi kemampuan siswa sebelum perlakuan, sehingga peningkatan yang terjadi belum sepenuhnya dapat didefinisikan sebagai dampak langsung dari penerapan LMS berbasis PjBL. Oleh karena itu, LMS berbasis PjBL dapat dikembangkan lebih lanjut melalui penguatan aktivitas yang secara khusus melatih berpikir kritis serta menggunakan desain yang lebih komprehensif dengan pengukuran awal agar memperoleh hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto, M., Asrowi, Gunarhadi, & Rahman, R. (2024). E-Learning Platform for Enhancing 21st Century Skills for Vocational School Students: A Systematic Literature Review. *Electronic Journal of E-Learning*, 22(5), 76–90. <https://doi.org/10.34190/ejel.22.5.3417>
- Dewi, N. R., Astuti, I., & Rahmani, F. A. (2022). Penerapan Desain Pembelajaran ADDIE E-Learning Materi Bahasa Inggris pada Siswa SMA. *Jurnal Ilmiah Mandala Education (JIME)*, 8(4), 2774–2784. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i4.3978>
- Field, A. (2021). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Handayani, E., & Subakti, H. (2021). Pengaruh Disiplin Belajar terhadap Hasil Belajar Bahasa Indonesia di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 151–164. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.633>
- Husaini, A., & Prisma, I. G. L. (2025). Rancang Bangun Aplikasi Android untuk Mengakses Learning Management System Moodle dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kompetensi Administrator Jaringan Siswa Kelas XI TKJ SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal IT-Edu*, 10(01), 26–35. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v10i01.65508>
- Kurniawan, N., Hidayah, N., & Rahman, D. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, & Pengembangan*, 6(3), 334–338. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i3.14579>
- Limbong, M., Firmansyah, Fahmi, F., & Khairiah, R. (2022). Sumber Belajar Berbasis Media Pembelajaran Interaktif di Sekolah: Learning Resources Based on Interactive Learning Media in School. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 2(1), 27–35. <https://doi.org/10.51454/decode.v2i1.27>
- Marta, T., Mulyono, H., & Irsyadunas. (2023). Analisis Penerimaan Siswa Terhadap Penggunaan Google Classroom dengan Metode Technology Acceptance Model (TAM). *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 3(1), 30–37. <https://doi.org/10.51454/decode.v3i1.71>
- Nafi'ah, H., & Ekohariadi. (2024). Rancang Bangun Aplikasi Berbasis Website dengan Model Pembelajaran PjBL untuk Meningkatkan Kompetensi Instalasi Jaringan Fiber Optik (Studi Kasus: Kelas XI TKJ di SMK Negeri 1 Cerme). *Jurnal IT-Edu*, 09(03), 20–30. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v9i3.64585>
- Nisa', C., Wijaya, A., & Rizal, F. (2024). *Teori UML dan Implementasi Praktik* (W. Yuliari (ed.)). CV Bravo Press Indonesia. https://www.researchgate.net/publication/385947602_TEORI_UML_DAN_IMPLEMENTASI_PR_AKTEK_Panduan_Untuk_Pengembangan_Perangkat_Lunak
- Puspita, D., Utare, N., & Puspaningtyas, M. (2022). Penggunaan Uji Wilcoxon Signed Rank Test Untuk Menganalisis Perbedaan Persistensi Laba, Konservatisme Akuntansi dan Profitabilitas Sebelum

- dan Saat Pandemi COVID-19. *JIMEA: Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, 6(1), 867–883. <https://doi.org/10.31955/mea.v6i1.1965>
- Putri, W., & Yogica, R. (2023). Model ADDIE Branch dalam Pengembangan E-Learning Biologi. *Journal on Education*, 6(1), 7543–7551. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.4063>
- Ramdany, S., Kaidar, S., Aguchino, B., Alira Putri, C. A., & Anggie, R. (2024). Penerapan UML Class Diagram dalam Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web. *Journal of Industrial and Engineering (JIES)*, 5(1), 30–41. <https://doi.org/10.31599/2e9afp31>
- Sari, N. M., & Al Hamidi, M. F. (2024). Implementasi Learning Management System (LMS) sebagai Media Pembelajaran di SMK Al Azhar Banyuwangi. *Journal of Indonesian Scholars for Social Research*, 4(2), 79–88. <https://doi.org/10.59065/jissr.v4i2.149>
- Setiana, D., & Purwoko, R. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Gaya Belajar Matematika Siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(2), 163–177. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i2.34290>
- Sugiarto, R., & Musyafa, A. (2024). Learning Management System (LMS) pada SMK 1 Barunawati Jakarta. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 10(2), 768–789. <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i2.2422>
- Sustia, A., & Albar, R. (2024). Analisis dan Pemanfaatan Metode Variable Length Subnet Mask (VLSM) Guna Membangun Jaringan Lokal Area Network (LAN). *Journal of Informatics and Computer Science*, 10(1), 90–97. <https://doi.org/10.33143/jics.v10i1.3907>
- Sutanti, A., Komarudin, M., Mustika, & Damayanti, P. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Perpustakaan Keliling Menggunakan Pendekatan Terstruktur. *Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.34010/komputa.v9i1.3718>
- UNESCO. (2020). *Global Education Monitoring Report 2020: Inclusion and Education: All means all*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373718>
- Vivien Pitriani, N. R., Wahyuni, I. G. A. D., & Gunawan, I. K. P. (2021). Penerapan Model ADDIE dalam Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Lectora Inspire pada Program Studi Pendidikan Agama Hindu. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 515–532. <https://doi.org/10.37329/cetta.v4i3.1417>
- Widiana, D., Syarifuddin, Sriwijayasih, I., Aju, I., Praharsi, Y., & Novianarenti, E. (2025). The Use of the Wilcoxon Signed Rank Test in Analyzing the Difference in Test Scores Before and After Digital Marketing Training. *Jurnal Teknologi Maritim*, 8(2), 23–32. <https://doi.org/10.35991/jtm.v8i2.73>
- Widiawati, O., Suriansyah, A., & Cinantya, C. (2024). Model Pembelajaran Project Based Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Siswa Sekolah Dasar. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 2(4), 2062–2070. <https://doi.org/10.60126/maras.v2i4.555>
- Wiragunawan. (2022). Pemanfaatan Learning Management System (LMS) Dalam Pengelolaan Pembelajaran Daring Pada Satuan Pendidikan. *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 2(1), 82–89. <https://doi.org/10.51878/edutech.v2i1.981>
- Yauma, A., Fitri, I., & Ningsih, S. (2021). Learning Management System (LMS) pada E - Learning Menggunakan Metode Agile dan Waterfall berbasis Website. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 5(3), 323–328. <https://doi.org/10.35870/jtik.v5i3.190>
- Zaafarani, H., & Yunanda, A. (2023). Strategi Optimalisasi Infrastruktur Jaringan Melalui Subnetting. *DijITAC: Digital Journal of Information Technology and Communication*, 4(1), 27–34. <https://doi.org/10.21093/dijitac.v4i1.10313>