



# **PENGEMBANGAN LMS BERBASIS MOODLE DENGAN MODEL PROJECT-BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI KOGNITIF SISWA PADA ELEMEN KEAMANAN JARINGAN**

**Ryan Prasetyo<sup>1)</sup>, Rizky Basatha<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
Email: [ryan.22050974094@mhs.unesa.ac.id](mailto:ryan.22050974094@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup> Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
Email: [rizkybasatha@unesa.ac.id](mailto:rizkybasatha@unesa.ac.id)

## **Abstract**

Learning on the Network Security element still relies heavily on conventional face-to-face methods at SMK Hasyim Asy'ari Lamongan, since the school does not yet have a Learning Management System (LMS) specifically dedicated to supporting this topic, leaving students passive and struggling to grasp abstract technical concepts. This study aimed to develop, and to determine the feasibility and effectiveness of, a Moodle-based LMS named "TKJ Smart Learning" integrated with the Project-Based Learning (PjBL) model to improve students' cognitive competency on the Network Security element. The research employed the Research and Development (R&D) method with the ADDIE development model, comprising the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. The developed product includes Network Security learning materials, discussion forums, project-based learning activities, group role assignment, project monitoring, assignments, quizzes, assessment, reflection, and student activity tracking. Feasibility was evaluated through expert validation of the teaching module, media, materials, and test instruments, together with Black-Box Testing, while effectiveness was analyzed using pre-test and post-test scores from an experimental and a control class comprising 45 grade XI Computer and Network Engineering (TKJ) students. The results showed an average expert validation score of 94.25% (Highly Valid), with Black-Box Testing achieving a 100% success rate. The Wilcoxon Signed-Rank Test showed a significant pre-test–post-test improvement in both classes ( $p < 0.001$ ), and the Mann-Whitney U Test revealed a significant difference between the experimental and control classes ( $U = 401.5$ ;  $p < 0.001$ ). The experimental class obtained an N-Gain score of 0.765 (high category), compared to 0.447 (moderate category) for the control class. Therefore, the Moodle-based TKJ Smart Learning LMS implementing Project-Based Learning is considered feasible and effective in improving students' cognitive competency on the Network Security element.

**Keywords:** Learning Management System, Moodle, Project Based Learning, Network Security, Cognitive Competency.

## **Abstrak**

Pembelajaran pada elemen Keamanan Jaringan di SMK Hasyim Asy'ari Lamongan masih sepenuhnya bergantung pada metode tatap muka konvensional karena sekolah belum memiliki Learning Management System (LMS) yang secara khusus menunjang topik tersebut, sehingga siswa cenderung pasif dan kesulitan memahami materi yang bersifat abstrak dan teknis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan serta mengetahui tingkat kelayakan dan efektivitas LMS berbasis Moodle bernama "TKJ Smart Learning" yang diintegrasikan dengan model Project-Based Learning (PjBL) untuk meningkatkan kompetensi kognitif siswa pada elemen Keamanan Jaringan. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Produk yang dikembangkan memuat materi Keamanan Jaringan, forum diskusi, aktivitas pembelajaran berbasis proyek, pembagian peran kelompok, monitoring proyek, penugasan, kuis, penilaian, refleksi, serta pelacakan aktivitas belajar siswa. Kelayakan diuji melalui validasi ahli terhadap modul ajar, media, materi, dan instrumen soal, serta pengujian sistem menggunakan Black-Box Testing, sedangkan efektivitas dianalisis melalui nilai pre-test dan post-test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yang melibatkan 45 siswa kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ). Hasil penelitian menunjukkan rata-rata persentase validasi ahli sebesar 94,25% dengan kategori Sangat Valid, serta Black-Box Testing dengan tingkat keberhasilan 100%. Uji Wilcoxon Signed-Rank Test menunjukkan peningkatan yang signifikan antara pre-test dan post-test pada kedua kelas ( $p < 0,001$ ), dan uji Mann-Whitney U Test menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol ( $U = 401,5$ ;  $p < 0,001$ ). Kelas eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,765 (kategori tinggi), sedangkan kelas kontrol sebesar 0,447 (kategori sedang). Dengan demikian, LMS TKJ Smart Learning berbasis Moodle dengan model Project-Based Learning dinyatakan layak dan efektif dalam meningkatkan kompetensi kognitif siswa pada elemen Keamanan Jaringan.

**Kata Kunci:** Learning Management System, Moodle, Project Based Learning, Keamanan Jaringan, Kompetensi Kognitif.



## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi membawa perubahan mendasar dalam dunia pendidikan, termasuk pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Pembelajaran di era digital menuntut adanya inovasi yang tidak hanya sebatas penyampaian materi secara konvensional, melainkan juga pemanfaatan teknologi sebagai sarana pengelolaan pembelajaran yang terstruktur dan interaktif, mengingat siswa SMK dituntut menguasai kompetensi teknis yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja (Rizal et al., 2024).

Salah satu bidang keahlian yang memiliki peran strategis di era digital adalah Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ). Pada Fase F Kurikulum Merdeka, siswa kelas XI TKJ mempelajari elemen Keamanan Jaringan, yang mencakup kemampuan memahami dan menerapkan konsep perlindungan sistem jaringan dari berbagai ancaman, seperti konfigurasi firewall, enkripsi data, hingga penerapan sistem deteksi intrusi. Penguasaan elemen ini menjadi penting mengingat meningkatnya ancaman siber di dunia industri yang menuntut tenaga kerja terampil di bidang tersebut (Putri & Ekohariadi, 2024).

Namun, hasil wawancara dengan guru mata pelajaran TKJ di SMK Hasyim Asy'ari Lamongan menunjukkan bahwa sekolah belum memiliki media pembelajaran maupun Learning Management System (LMS) yang digunakan secara khusus untuk menunjang pembelajaran Keamanan Jaringan. Proses pembelajaran masih sepenuhnya bergantung pada metode tatap muka konvensional tanpa dukungan platform digital yang memadai, sehingga siswa cenderung kurang aktif, cepat bosan, dan kesulitan memahami materi yang bersifat abstrak dan teknis apabila hanya disampaikan secara lisan.

Learning Management System (LMS) merupakan sistem berbasis teknologi yang digunakan untuk mengelola proses pembelajaran secara terstruktur dan terintegrasi dalam satu platform digital, sehingga memungkinkan pendidik mengatur materi, aktivitas pembelajaran, penugasan, serta evaluasi secara sistematis dan dapat diakses secara fleksibel tanpa terbatas ruang dan waktu (Harahap et al., 2023). Dalam konteks pendidikan kejuruan, pemanfaatan LMS tidak hanya berfungsi sebagai media distribusi materi, tetapi juga sebagai strategi adaptif dalam meningkatkan efektivitas dan kemandirian belajar siswa (Suparmin et al., 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sebuah LMS berbasis Moodle bernama "TKJ Smart Learning" yang dirancang khusus untuk siswa kelas XI TKJ SMK Hasyim Asy'ari Lamongan pada elemen Keamanan Jaringan. Agar pembelajaran tidak sekadar memindahkan metode konvensional ke platform digital, LMS ini diintegrasikan dengan model Project-Based

Learning (PjBL), yang menekankan keterlibatan aktif siswa melalui penyelesaian proyek nyata mulai dari perumusan masalah, perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi dan refleksi, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna (Rodiah & Dani, 2025; Lavado-Anguera et al., 2024).

Pengembangan TKJ Smart Learning menggunakan model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation, karena memberikan alur pengembangan yang sistematis serta memungkinkan evaluasi pada setiap tahapannya (Juwariyah et al., 2025). Efektivitasnya diuji melalui desain eksperimen dengan membandingkan kelas eksperimen yang menggunakan TKJ Smart Learning berbasis PjBL dan kelas kontrol yang tetap menggunakan metode konvensional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan, mengetahui tingkat kelayakan, serta menganalisis peningkatan kompetensi kognitif siswa kelas XI TKJ pada elemen Keamanan Jaringan setelah menggunakan LMS TKJ Smart Learning.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Learning Management System (LMS)

Learning Management System (LMS) merupakan sistem berbasis teknologi yang digunakan untuk mengelola proses pembelajaran secara terstruktur dan terintegrasi dalam satu platform digital. LMS memungkinkan pendidik mengatur materi, aktivitas pembelajaran, penugasan, serta evaluasi secara sistematis sehingga proses pembelajaran dapat terdokumentasi dengan baik dan diakses secara fleksibel (Harahap et al., 2023). Dalam pembelajaran praktik di SMK, integrasi LMS melalui video tutorial, penugasan berbasis kasus, dan umpan balik daring terbukti membantu menjaga keberlanjutan pembelajaran serta mengoptimalkan waktu praktik siswa (Suparmin et al., 2025).

### 2.2 Moodle

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) merupakan platform LMS berbasis web yang bersifat open source dan banyak digunakan dalam pembelajaran daring maupun blended learning. Moodle menyediakan fitur seperti forum diskusi, kuis, penugasan, serta pelacakan aktivitas belajar yang memungkinkan pembelajaran berlangsung secara terstruktur dan terdokumentasi. Implementasi Moodle yang dikombinasikan dengan model pembelajaran yang tepat terbukti mampu meningkatkan keterampilan komunikasi dan problem solving siswa (Ruslan et al., 2024), serta membantu menghubungkan teori dan praktik secara lebih kontekstual (Lavado-Anguera et al., 2024).



### 2.3 Project Based Learning (PjBL)

Project-Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam menyelesaikan suatu proyek yang berangkat dari permasalahan nyata, meliputi tahapan orientasi masalah, perumusan masalah, penentuan indikator, penyusunan rencana dan jadwal proyek, monitoring pelaksanaan, pengumpulan dan presentasi proyek, evaluasi, hingga refleksi (Rodiah & Dani, 2025). Model ini terbukti mampu meningkatkan keaktifan, kreativitas, serta hasil belajar siswa dibandingkan metode konvensional (Andri et al., 2024), meskipun keberhasilannya sangat bergantung pada kesiapan guru dalam merancang dan mengelola pembelajaran berbasis proyek secara terstruktur (Wardhani et al., 2023).

### 2.4 Keamanan Jaringan

Keamanan jaringan merupakan serangkaian kebijakan, prosedur, dan teknologi yang dirancang untuk melindungi infrastruktur jaringan komputer dari akses tidak sah, penyalahgunaan, modifikasi, maupun gangguan yang dapat merugikan. Ruang lingkupnya mencakup konfigurasi firewall, penerapan enkripsi data, penggunaan Virtual Private Network (VPN), implementasi sistem deteksi dan pencegahan intrusi (IDS/IPS), serta pemahaman terhadap berbagai jenis ancaman siber seperti malware, phishing, dan serangan DDoS (Morris et al., 2018). Dalam pembelajaran di SMK, elemen ini menuntut siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis tetapi juga mampu mengimplementasikannya secara praktis (Efendi et al., 2023).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), karena memberikan alur pengembangan yang sistematis dalam merancang produk pembelajaran berbasis teknologi serta memungkinkan evaluasi pada setiap tahapannya (Juwariyah et al., 2025). Produk yang dikembangkan berupa LMS “TKJ Smart Learning” berbasis Moodle yang mengimplementasikan model Project-Based Learning pada elemen Keamanan Jaringan.

Tahap Analysis dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran TKJ SMK Hasyim Asy'ari Lamongan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran. Tahap Design meliputi perancangan use case diagram, activity diagram, sequence diagram, class diagram, serta rancangan antarmuka dan modul ajar berbasis PjBL. Tahap Development menghasilkan LMS menggunakan platform Moodle yang memuat materi, forum diskusi, aktivitas proyek, penugasan, kuis, penilaian,

refleksi, pre-test, dan post-test. Tahap Implementation dilakukan melalui uji coba pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, sedangkan tahap Evaluation dilakukan melalui validasi ahli dan analisis efektivitas produk.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI TKJ SMK Hasyim Asy'ari Lamongan tahun ajaran 2025/2026 yang terdiri atas dua kelas, yaitu XI TKJ 1 (24 siswa) dan XI TKJ 2 (21 siswa), sehingga total populasi berjumlah 45 siswa. Mengingat jumlah populasi yang relatif kecil, penelitian ini menggunakan teknik sampling jenuh: kelas XI TKJ 1 berperan sebagai kelas eksperimen yang menggunakan LMS TKJ Smart Learning berbasis PjBL, sedangkan kelas XI TKJ 2 berperan sebagai kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, validasi ahli, dan tes (pre-test dan post-test). Kelayakan LMS diukur melalui validasi modul ajar, media, materi, dan instrumen soal oleh dua validator per aspek menggunakan skala Likert 1–5, dengan persentase =  $(\text{skor yang diperoleh} / \text{skor yang diharapkan}) \times 100\%$ , dikategorikan mulai dari Tidak Valid (0–20%) hingga Sangat Valid (81–100%). Sistem juga diuji secara fungsional menggunakan Black-Box Testing.

Efektivitas dianalisis melalui nilai pre-test dan post-test pada kedua kelas. Data terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan Shapiro-Wilk dan diuji homogenitasnya menggunakan Levene's Test. Pengujian hipotesis menggunakan Wilcoxon Signed-Rank Test untuk mengetahui perbedaan pre-test dan post-test pada masing-masing kelas, serta Mann-Whitney U Test untuk mengetahui perbedaan peningkatan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Besarnya peningkatan kompetensi kognitif dihitung menggunakan Normalized Gain (N-Gain), dengan kategori tinggi ( $g \geq 0,70$ ), sedang ( $0,30 \leq g < 0,70$ ), dan rendah ( $g < 0,30$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan LMS berbasis Moodle bernama “TKJ Smart Learning” yang mengimplementasikan model Project-Based Learning pada elemen Keamanan Jaringan siswa kelas XI TKJ SMK Hasyim Asy'ari Lamongan. Pengembangan dilakukan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation.

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran Keamanan Jaringan masih didominasi metode ceramah tanpa dukungan platform digital yang terstruktur. Berdasarkan temuan tersebut, disusun rancangan sistem melalui use case diagram, activity



diagram, sequence diagram, dan class diagram, yang kemudian dikembangkan menjadi produk LMS menggunakan platform Moodle. LMS TKJ Smart Learning dilengkapi dengan materi Keamanan Jaringan, forum diskusi, aktivitas proyek berbasis PjBL (perumusan masalah, penentuan indikator, penyusunan rencana dan jadwal, monitoring, presentasi), penugasan, kuis, penilaian, refleksi, serta pelacakan aktivitas belajar siswa. Produk diujicobakan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol melalui dua kali pertemuan, meliputi pengarahan, pengerjaan pre-test, pelaksanaan proyek yang dimonitor guru, presentasi hasil proyek, pengerjaan post-test, dan refleksi.

#### 4.2 Kelayakan LMS TKJ Smart Learning

Kelayakan LMS TKJ Smart Learning dinilai oleh dua validator ahli untuk setiap aspek, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Daftar Validator

| Aspek      | ID Validator                         | Jabatan   |
|------------|--------------------------------------|-----------|
| Modul Ajar | Dr. Yeni Anistiyasari, S.Pd., M.Kom. | Dosen PTI |
|            | M. Maulana Afifur R., S.Pd.          | Guru TKJ  |
| Media      | Rindu Puspita Wibawa, S.Kom., M.Kom. | Dosen PTI |
|            | M. Maulana Afifur R., S.Pd.          | Guru TKJ  |
| Materi     | Dr. Yeni Anistiyasari, S.Pd., M.Kom. | Dosen PTI |
|            | M. Maulana Afifur R., S.Pd.          | Guru TKJ  |
| Soal       | Rindu Puspita Wibawa, S.Kom., M.Kom. | Dosen PTI |
|            | M. Maulana Afifur R., S.Pd.          | Guru TKJ  |

*Sumber: Data Penelitian (2026)*

Skor yang diperoleh dari kedua validator pada setiap aspek dijumlahkan, kemudian dibandingkan dengan skor maksimum yang mungkin diperoleh (skor tertinggi Likert  $\times$  jumlah indikator  $\times$  jumlah validator), lalu dikonversi ke bentuk persentase. Rincian hasil perhitungan untuk keempat aspek disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rincian Perhitungan Persentase Validasi

| Aspek      | Skor Diperoleh | Skor Maksimum | Persentase | Kriteria     |
|------------|----------------|---------------|------------|--------------|
| Modul Ajar | 364            | 370           | 98,37%     | Sangat Valid |
| Media      | 149            | 160           | 93%        | Sangat Valid |
| Materi     | 103            | 110           | 93,63%     | Sangat Valid |
| Soal       | 92             | 100           | 92%        | Sangat Valid |

*Sumber: Data Penelitian (2026)*

Berdasarkan Tabel 2, LMS TKJ Smart Learning memperoleh rata-rata persentase validasi ahli sebesar 94,25% dengan kategori Sangat Valid, sehingga dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada elemen Keamanan Jaringan. Persentase validasi tertinggi diperoleh pada aspek modul ajar (98,37%), yang menunjukkan bahwa struktur, kejelasan tujuan pembelajaran, serta kesesuaian modul dengan sintaks PjBL sudah sangat sesuai. Aspek media, materi, dan soal juga berada pada kategori Sangat Valid, meskipun terdapat sejumlah masukan perbaikan minor dari validator terkait konsistensi tampilan antarmuka dan kejelasan instruksi pengerjaan soal, yang telah ditindaklanjuti sebagai dasar revisi produk sebelum diujicobakan.

Selain validasi ahli, kelayakan sistem dari sisi fungsional diuji menggunakan Black-Box Testing terhadap seluruh fitur LMS, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Black-Box Testing

| No | Fitur yang Diuji                   | Hasil  |
|----|------------------------------------|--------|
| 1  | Penyajian materi Keamanan Jaringan | Sesuai |
| 2  | Forum diskusi                      | Sesuai |
| 3  | Aktivitas proyek berbasis PjBL     | Sesuai |
| 4  | Penugasan dan pengumpulan proyek   | Sesuai |
| 5  | Kuis dan penilaian                 | Sesuai |
| 6  | Pelacakan aktivitas belajar siswa  | Sesuai |

*Sumber: Data Penelitian (2026)*

Berdasarkan Tabel 3, seluruh fitur LMS TKJ Smart Learning berjalan sesuai kebutuhan pengguna tanpa ditemukan kendala teknis, sehingga tingkat keberhasilan pengujian Black-Box mencapai 100%. Dengan demikian, dari sisi kelayakan konten (validasi ahli) maupun kelayakan



fungsional (Black-Box Testing), LMS TKJ Smart Learning dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran.

#### 4.3 Hasil Uji Efektivitas

Efektivitas LMS diukur melalui nilai pre-test dan post-test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan Shapiro-Wilk, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)

| Data     | Kelas      | Sig. (p) | Keterangan   |
|----------|------------|----------|--------------|
| Pretest  | Kontrol    | 0,880    | Normal       |
| Pretest  | Eksperimen | 0,034    | Tidak Normal |
| Posttest | Kontrol    | 0,366    | Normal       |
| Posttest | Eksperimen | < 0,001  | Tidak Normal |

Sumber: Data Penelitian (2026)

Berdasarkan Tabel 4, tidak seluruh data berdistribusi normal karena terdapat nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 pada data pretest dan posttest kelas eksperimen, sehingga pengujian hipotesis selanjutnya dilakukan menggunakan uji non-parametrik. Hasil uji homogenitas menggunakan Levene's Test disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Uji Homogenitas (Levene's Test)

| Data     | Sig. (p) | Keterangan |
|----------|----------|------------|
| Pretest  | 0,449    | Homogen    |
| Posttest | 0,073    | Homogen    |

Sumber: Data Penelitian (2026)

Berdasarkan Tabel 5, nilai signifikansi pada data pretest dan posttest keduanya lebih besar dari 0,05, sehingga varians data antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dinyatakan homogen. Selanjutnya, pengujian hipotesis dilakukan melalui dua tahap: Wilcoxon Signed-Rank Test untuk mengetahui perbedaan pretest–posttest pada masing-masing kelas, dan Mann-Whitney U Test untuk mengetahui perbedaan peningkatan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

**Tabel 6.** Hasil Wilcoxon Signed-Rank Test

| Kelas      | W     | Sig. (p) | Keterangan |
|------------|-------|----------|------------|
| Kontrol    | 0,000 | < 0,001  | Signifikan |
| Eksperimen | 0,000 | < 0,001  | Signifikan |

Sumber: Data Penelitian (2026)

Berdasarkan Tabel 6, nilai signifikansi pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen sama-sama lebih kecil

dari 0,05, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest pada kedua kelas — yang berarti hasil belajar siswa meningkat setelah pembelajaran, baik pada kelas yang menggunakan LMS TKJ Smart Learning maupun kelas dengan pembelajaran konvensional. Untuk mengetahui kelas mana yang mengalami peningkatan lebih baik, dilakukan Mann-Whitney U Test terhadap nilai posttest kedua kelas, sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil Mann-Whitney U Test

| Keterangan         | Nilai                                           |
|--------------------|-------------------------------------------------|
| Nilai U            | 401,5                                           |
| Sig. (2-tailed)    | < 0,001                                         |
| Taraf Signifikansi | 0,05                                            |
| Keputusan          | H <sub>0</sub> ditolak, H <sub>1</sub> diterima |

Sumber: Data Penelitian (2026)

Berdasarkan Tabel 7, nilai signifikansi sebesar < 0,001 (lebih kecil dari 0,05) menunjukkan bahwa H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima, sehingga terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan nilai rata-rata posttest, kelas eksperimen memperoleh hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, sehingga penggunaan LMS TKJ Smart Learning berbasis Moodle dengan model Project-Based Learning terbukti lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.

Besarnya peningkatan kompetensi kognitif dianalisis lebih lanjut menggunakan Normalized Gain (N-Gain), sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan N-Gain

| Kelas      | Rata-rata Pretest | Rata-rata Posttest | N-Gain | Kategori |
|------------|-------------------|--------------------|--------|----------|
| Kontrol    | 54,05             | 72,62              | 0,447  | Sedang   |
| Eksperimen | 59,38             | 88,75              | 0,765  | Tinggi   |

Sumber: Data Penelitian (2026)

Selain rata-rata per kelas, sebaran kategori N-Gain tiap siswa turut dianalisis untuk melihat konsistensi peningkatan pada tingkat individu, sebagaimana disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Sebaran Kategori N-Gain Siswa

| Kategori                        | Kontrol (n=21) | Eksperimen (n=24) |
|---------------------------------|----------------|-------------------|
| Tinggi ( $g \geq 0,70$ )        | 4 siswa        | 14 siswa          |
| Sedang ( $0,30 \leq g < 0,70$ ) | 10 siswa       | 10 siswa          |





|                   |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| Rendah (g < 0,30) | 7 siswa | 0 siswa |
|-------------------|---------|---------|

Sumber: Data Penelitian (2026)

Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9, kelas eksperimen memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 0,765 dengan kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 0,447 dengan kategori sedang. Sebaran kategori tiap siswa memperkuat temuan ini: pada kelas eksperimen, 14 dari 24 siswa (58,3%) berada pada kategori tinggi dan tidak satu pun siswa berada pada kategori rendah, sedangkan pada kelas kontrol hanya 4 dari 21 siswa (19%) mencapai kategori tinggi dan 7 siswa (33,3%) masih berada pada kategori rendah. Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi kognitif pada kelas eksperimen tidak hanya lebih tinggi secara rata-rata, tetapi juga lebih merata dirasakan oleh hampir seluruh siswa dibandingkan kelas kontrol.

Hasil ini sejalan dengan karakteristik model Project-Based Learning yang melibatkan siswa secara aktif dalam setiap tahapan penyelesaian masalah nyata — mulai dari perumusan masalah, analisis, perencanaan, pelaksanaan proyek, hingga refleksi — yang seluruhnya difasilitasi secara terstruktur melalui LMS TKJ Smart Learning. Temuan ini turut diperkuat oleh penelitian Ruslan et al. (2024) dan Rodiah & Dani (2025), yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek melalui LMS secara konsisten memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa dibandingkan pembelajaran konvensional.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa LMS “TKJ Smart Learning” berbasis Moodle yang mengimplementasikan model Project-Based Learning berhasil dikembangkan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Hasil validasi menunjukkan kategori Sangat Valid dengan rata-rata persentase sebesar 94,25%, didukung hasil Black-Box Testing dengan tingkat keberhasilan 100%, sehingga LMS ini layak digunakan sebagai media pembelajaran pada elemen Keamanan Jaringan.

Hasil pengujian efektivitas menunjukkan bahwa penggunaan LMS TKJ Smart Learning memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kompetensi kognitif siswa kelas XI TKJ SMK Hasyim Asy'ari Lamongan. Hal ini dibuktikan melalui hasil Wilcoxon Signed-Rank Test ( $p < 0,001$ ) dan Mann-Whitney U Test ( $U = 401,5$ ;  $p < 0,001$ ), serta nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,765 (tinggi) yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,447 (sedang). Dengan demikian, LMS

TKJ Smart Learning berbasis Moodle dengan model Project-Based Learning terbukti layak dan efektif digunakan untuk mendukung pembelajaran Keamanan Jaringan serta dapat menjadi alternatif media pembelajaran digital yang inovatif di Sekolah Menengah Kejuruan.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rizky Basatha, S.Pd., M.MT. selaku dosen pembimbing; Dr. Yeni Anistyasari, S.Pd., M.Kom. dan Rindu Puspita Wibawa, S.Kom., M.Kom. selaku validator ahli dari Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi; M. Maulana Afifur Rochman, S.Pd. selaku guru TKJ SMK Hasyim Asy'ari Lamongan yang turut menjadi validator; Prof. Dr. Suparji, S.Pd., M.Pd. selaku dosen penguji; serta seluruh siswa kelas XI TKJ SMK Hasyim Asy'ari Lamongan yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andri, Y., Sari, R. A., & Saputri, E. K. (2024). Penerapan model pembelajaran Project Based Learning pada materi pencemaran lingkungan terhadap aktivitas dan hasil belajar siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 10(1), 137–142. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.9897>
- Efendi, R., Ali, G., Purnomo, W. A., Iskandar, I., & Wulandari, R. A. (2023). Augmented reality based competency-based learning on computer network learning in vocational education. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 7(2), 242–253. <https://doi.org/10.23887/jppp.v7i2.62263>
- Harahap, S., Simatupang, M., & Atika, L. (2023). Penguatan learning management system (LMS) untuk peningkatan kualitas pembelajaran pada era Society 5.0 di Prodi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. *Jurnal Vokasi Informatika (JAVIT)*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.24036/javit.v3i1.149>
- Juwariyah, J., Fatirul, A. N., & Waluyo, D. A. (2025). Pengembangan media pembelajaran Google Sites dengan model ADDIE. *Edutech: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(1). <https://doi.org/10.17509/e.v24i1.76620>
- Lavado-Anguera, S., Velasco-Quintana, P.-J., & Terrón-López, M.-J. (2024). Project-based learning (PBL) as an experiential pedagogical methodology in engineering education: A review of the literature. *Education Sciences*, 14(6), 617. <https://doi.org/10.3390/educsci14060617>
- Morris, G., Fustos, J., & Haga, W. (2018). Connecting the dots and nodes: A survey of skills requested by employers for network administrators. *Information*



- Systems Education Journal, 16(1), 4–12.  
<https://isedj.org/2018-16/n1/ISEDJv16n1p4.pdf>
- Putri, A. M., & Ekohariadi. (2026). Pengembangan LMS berbasis Moodle “RouteNetZone” menggunakan model PjBL guna meningkatkan kompetensi administrator jaringan siswa TKJ. *IT-Edu: Jurnal Information Technology & Education*, 11(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.26740/it-edu.v11i01.72066>
- Rizal, R., Ganefri, & Ambiyar. (2024). Developing a project-based learning-based e-module to enhance critical thinking skills on vocational students. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 7(3), 213–228.  
<https://doi.org/10.24036/jptk.v7i3.37923>
- Rodiah, I., & Dani, R. (2025). The effect of Project-Based Learning (PjBL) models and their variations on student learning outcomes and motivation. *Journal of Advances in Physics Education (JAPE)*, 1(2), 70–78.  
<https://doi.org/10.23960/jape.v1i2.1096>
- 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*, 14(9), 1021.  
<https://doi.org/10.3390/educsci14091021>
- Suparmin, Suharno, & Sukatiman. (2025). Teachers' innovative strategies in integrating LMS for practical learning: A case study in vocational high schools. *Journal of Education Research and Evaluation*, 9(3), 452–462. <https://doi.org/10.23887/jere.v9i3.97819>
- Wardhani, A. I., Sugiyo, S., & Gunawan, I. M. (2023). Analisis kemampuan guru dalam mengimplementasikan model Project Based Learning di SD Negeri Pagerjurang. *Jurnal Pendidikan Dasar (JPD)*, 11(2), 210–217.  
<https://jurnal.uns.ac.id/JPD/article/view/79476>