

Pengembangan LMS Berbasis Moodle “RouteNetZone” menggunakan Model PjBL guna Meningkatkan Kompetensi Administrator Jaringan Siswa TKJ

Amanda Meilia Putri¹, Ekohariadi²

^{1,2}Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Artikel Info

Kata Kunci:

LMS Moodle;
Project Based Learning;
Kompetensi Routing

Keywords:

LMS Moodle;
Project Based Learning;
Routing Competence

Riwayat Article (Article History):

Submitted: 8 September 2025
Accepted: 10 November 2025
Published: 15 Januari 2026

Abstrak: Latar belakang dilakukannya kegiatan ini berdasar pada pentingnya penguasaan kompetensi routing bagi peserta didik dengan jurusan TKJ di era berkembangnya teknologi informasi yang semakin pesat. Hasil observasi awal di SMKN 3 Buduran Sidoarjo menunjukkan pembelajaran yang bersifat konvensional dan belum memanfaatkan teknologi daring secara efisien, sehingga terdapat dampak pada rendahnya hasil belajar siswa dalam memahami materi routing, baik statis maupun dinamis. Oleh karena itu, media pembelajaran “RouteNetZone” yang berbasis Learning Management System (LMS) dikembangkan dengan pendekatan PjBL. ADDIE digunakan sebagai model pengembangan dengan desain One-Group Design. Siswa kelas XI TKJ 2 SMKN 3 Buduran Sidoarjo menjadi subjek penelitian. Instrumen penelitian meliputi validasi ahli materi, media, evaluasi, dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) serta pretest dan posttest. Hasil validasi menunjukkan LMS “RouteNetZone” mendapatkan rerata skor dengan kategori sangat layak, yaitu: validasi ahli materi sebesar 88,75%, validasi ahli media sebesar 83,85%, validasi ahli evaluasi sebesar 88,75%, dan validasi RPP sebesar 85,43%. Implementasi di kelas percobaan menunjukkan terdapat nilai siswa yang mengalami peningkatan dengan rerata pretest sebesar 63,59 dan rerata posttest sebesar 79,06. Dengan demikian, pengembangan LMS ini terbukti efektif mendukung pembelajaran routing berbasis PjBL, meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan praktik konfigurasi jaringan, serta keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi siswa.

Abstract: This research is motivated by the importance of mastering routing competence for students in Computer and Network Engineering (TKJ) in the era of rapidly developing technology. Initial observations at SMKN 3 Buduran Sidoarjo indicated that the learning media used was still conventional and had not optimally utilized online learning technology, resulting in low student learning outcomes in understanding routing material, both static and dynamic. Therefore, a Learning Management System (LMS) “RouteNetZone” based on Moodle integrated with the Project Based Learning (PjBL) model was developed. This study employed the ADDIE development model with a One-Group Pretest-Posttest Design.

The research subjects were students of class XI TKJ 2 SMKN 3 Buduran Sidoarjo. Instruments included expert validation sheets for material, media, evaluation, and lesson plans as well as learning outcome tests in the form of pretests and posttests. The validation results showed that the LMS "RouteNetZone" received a "very feasible" category, with validation scores of 88,75% for material experts, 83,85% for media experts, 88,75% for evaluation experts, and 85,43% for lesson plan validation. Implementation in the trial class showed an increase in student learning outcomes, with an average pretest score of 63,59 and an average posttest score of 79,06. Thus, this LMS development proved effective in supporting routing learning based on PjBL, improving conceptual understanding, practical network configuration skills, as well as students' critical thinking and collaboration skills.

Corresponding Author:

Amanda Meilia Putri

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: amandameilia.21016@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Pada era dimana teknologi sedang marak perkembangan dengan sangat cepat menuntut dunia pendidikan untuk terus berinovasi dalam progres belajar, termasuk pada kompetensi TKJ. Siswa pada bidang keahlian TKJ diharapkan tidak hanya memiliki pemahaman aspek teoretis, melainkan memiliki keterampilan yang memadai dalam hal praktik, terutama dalam konfigurasi jaringan, manajemen router, serta penguasaan routing baik statis maupun dinamis.

Berdasarkan hasil observasi di SMKN 3 Buduran Sidoarjo, pelaksanaan pembelajaran materi routing masih didominasi metode konvensional seperti ceramah dan praktik langsung tanpa dukungan media pembelajaran berbasis daring. Kondisi tersebut membuat siswa kurang optimal dalam memahami konsep routing, konfigurasi IP Address, maupun pengelolaan topologi jaringan. Padahal, kompetensi routing merupakan aspek esensial dalam pembelajaran TKJ agar lulusan mampu bersaing di industri jaringan komputer (Anggreani Made Desak, 2018).

Penggunaan Learning Management System (LMS) menjadi alternatif yang penting untuk menaikkan kualitas pembelajaran karena dapat dimana saja. Moodle sebagai salah satu platform LMS open-source dinilai sesuai karena mendukung integrasi berbagai fitur seperti penyediaan materi ajar, forum diskusi, evaluasi, serta penerapan studi kasus berbasis proyek. Dengan LMS, guru dapat memantau perkembangan belajar peserta didik secara daring, sedangkan siswa belajar dengan caranya masing-masing (Hidayat et al., 2023).

Selain dukungan teknologi, pendekatan pembelajaran yang tepat juga diperlukan. PjBL dipilih karena siswa menjadi terlibat lebih aktif dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek pembelajaran. PjBL menekankan pengembangan kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kerja sama tim (Anggreani Made Desak, 2018). Dalam pembelajaran routing, penerapan PjBL memungkinkan siswa melakukan praktik konfigurasi router dengan berbagai topologi, baik sederhana maupun kompleks, serta menerapkan protokol routing statis dan dinamis.

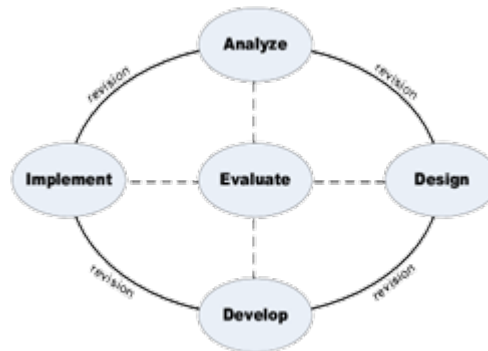
(Mukminin & Mushafanah, 2023) menekankan bahwa pengembangan media pembelajaran perlu didasarkan pada analisis kebutuhan, relevansi dengan kurikulum, serta dukungan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Hasil analisis kebutuhan guru dan peserta didik di SMKN 3 Buduran Sidoarjo menunjukkan perlunya media berbasis daring untuk melengkapi pembelajaran konvensional yang terbatas.

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, pengembangan LMS "RouteNetZone" menggunakan Moodle dilakukan dengan mengadopsi tahap. Model ini memiliki fleksibilitas, dan pantas digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi. Rancangan penelitian yang dilakukan ini mengadopsi desain One-Group Pretest-Posttest Design agar efektivitas produk dapat diukur.

Melalui pengembangan LMS "RouteNetZone" berbasis Moodle dengan integrasi model PjBL, diharapkan pembelajaran routing di SMKN 3 Buduran Sidoarjo dapat berlangsung lebih interaktif dan kontekstual. Media ini juga diharapkan mampu memperkuat kompetensi siswa sesuai dengan kebutuhan dunia kerja dan dapat dijadikan referensi bagi guru maupun pengembang media pembelajaran di bidang jaringan komputer.

METODE

Penelitian ini masuk dalam berjenis (R&D) yang berfokus mengembangkan produk media pembelajaran berupa Learning Management System (LMS) "RouteNetZone" berbasis Moodle dengan pendekatan Project Based Learning (PjBL). Media ini dikembangkan agar layak serta efektif digunakan dalam mendukung progres pembelajaran konfigurasi routing jaringan.



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE

Sumber: (Anggraeni et al., 2019)

Siswa kelas XI TKJ 2 SMKN 3 Buduran Sidoarjo menjadi subjek penelitian, dengan total 32 siswa. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive karena kelas tersebut sedang mempelajari materi routing statis dan dinamis, serta guru produktif bersedia mendukung uji coba media pembelajaran.

1. Analisis Kelayakan Produk

Analisis validasi kelayakan produk adalah proses evaluasi hasil dari suatu penelitian yang digunakan untuk menghitung perolehan data yang dihasilkan melalui validator sebagai acuan kelayakan penggunaan media dan instrumen. Berikut langkah-langkah perhitungannya:

$$\text{Presentasi Validasi (\%)} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Kemudian, nilai tersebut digunakan sebagai ukuran dalam menentukan tingkat kevalidan menggunakan LMS PjBL melalui Moodle.

Tabel 1. Penilaian Skor Validasi

Presentase	Kriteria
0% - 20%	Tidak Layak
21% - 40%	Kurang Layak
41% - 60%	Cukup Layak
61% - 80%	Layak
81% - 100%	Sangat Layak

2. Analisis Hasil Belajar

Selanjutnya, hasil belajar siswa yang berupa tes kognitif beserta psikomotorik dianalisis melalui uji normalitas dan uji hipotesis. Uji normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan Shapiro-Wilk, mengingat jumlah sampel kurang dari 100. Apabila data terdistribusi normal, maka dapat

lanjut dengan menggunakan uji *Paired Sample T-Test*. Dan jika data tidak normal, maka digunakan Uji *Wilcoxon*. Pengolahan data dilakukan menggunakan software SPSS.

a. Uji Normalitas

Dilakukan uji normalitas untuk mengetahui normal atau tidaknya suatu data penelitian karena normalitas suatu data merupakan syarat penting untuk dilakukannya analisis selanjutnya. Uji normalitas adalah suatu langkah yang berfungsi untuk mengetahui apakah data terdiri dari populasi terdistribusi normal atau berada dalam sebaran. Data yang dilakukan uji normalitas menggunakan jenis uji *Shapiro-Wilk* karena data yang dijadikan sampel terdiri dibawah 100. Perhitungan normal tidaknya suatu data penelitian dapat dilihat dari nilai signifikansi dengan pedoman pengambilan keputusan sebagai berikut. Nilai Sig. atau signifikasi $< 0,05$ maka data terdistribusi tidak normal. Nilai Sig. atau signifikasi $> 0,05$ maka data terdistribusi normal.

b. Uji Hipotesis

Uji hipotesis *paired sample t-test* dilakukan untuk menganalisis data yang memiliki hubungan atau pasangan yang sepadan. Keputusan diambil berdasarkan nilai sig, apabila nilai sig diatas 0,05 maka H_0 diterima serta H_1 ditolak, sedangkan jika nilai sig dibawah 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Jika data tidak terdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dapat dilakukan menggunakan Uji *Wilcoxon*. Uji ini termasuk metode statistik nonparametrik yang berfungsi sebagai alternatif dari *paired sample t-test*. Dalam aplikasi SPSS, hasil Uji *Wilcoxon* ditampilkan melalui output kedua, yaitu bagian "*Test Statistics*". Keputusan diambil pada Uji *Wilcoxon* yang didasarkan pada nilai Sig. (2-tailed) jika nilainya diatas 0,05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, dan sebaliknya, jika kurang dari 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan berhasil menghasilkan media pembelajaran daring berbasis website dengan memanfaatkan platform Moodle yang dinamai "*RouteNetZone*". Media ini dikembangkan dengan mengintegrasikan PjBL sebagai model yang dirancang untuk menjadi pendukung dalam kegiatan belajar siswa yang berfokus pada mata pelajaran Pemasangan dan Konfigurasi Perangkat Jaringan, khususnya pada materi routing statis dan dinamis.

1. Analisis

Langkah pertama dalam pengembangan media ini adalah melakukan analisis kebutuhan secara mendalam. Data diperoleh melalui observasi ketika berlangsungnya pembelajaran di kelas serta melakukan wawancara bersama guru TKJ di SMKN 3 Buduran Sidoarjo. Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa pembelajaran materi routing masih menggunakan metode ceramah dan praktik manual yang terbatas oleh waktu.

a. Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional mendeskripsikan LMS agar dapat digunakan secara optimal oleh setiap pengguna. Dalam hal ini, LMS "*RouteNetZone*" memiliki tiga jenis pengguna utama, siswa, guru beserta admin yang melakukan pengelolaan pengguna, materi ajar, jadwal kelas, serta memantau aktivitas sistem. Guru berperan mengunggah materi, merancang tugas proyek, memberikan penilaian, serta memantau perkembangan peserta didik. Sementara itu, siswa dapat mengakses materi yang sudah disediakan, mengerjakan tugas-tugas praktikum, berpartisipasi dalam forum diskusi, dan melihat hasil belajar secara mandiri melalui akun masing-masing.

b. Analisis Kebutuhan Non Fungsional

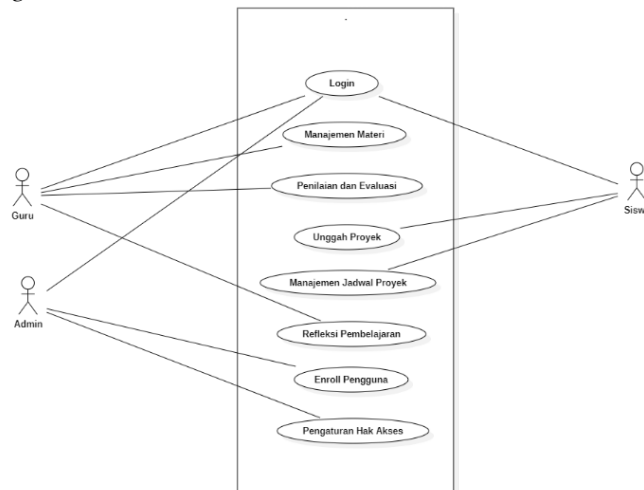
Kebutuhan non-fungsional berfokus pada aspek yang mendukung kualitas kinerja LMS secara keseluruhan. Beberapa kriteria yang harus dipenuhi antara lain kecepatan akses yang stabil meskipun diakses secara bersamaan, antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna agar mudah dipahami, keamanan data pengguna untuk mencegah kebocoran informasi,

kemudahan pemeliharaan sistem, serta fleksibilitas akses secara daring sesuai preferensi siswa, guru, maupun admin.

2. Design

Setelah informasi kebutuhan diperoleh, langkah berikutnya adalah merancang struktur LMS agar selaras dengan tujuan pembelajaran. Tahap desain mencakup perancangan materi pembelajaran, penyusunan storyboard, penyusunan topik praktikum, penulisan instruksi tugas proyek, penyusunan soal pretest dan posttest, serta perancangan antarmuka pengguna (user interface).

a. Use Case Diagram



Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3. Merupakan perancangan alur kerja LMS divisualisasikan melalui use case yang menggambarkan urutan prosedur penggunaan LMS mulai dari login hingga penilaian proyek.

3. Development

Rancangan yang disusun sebelumnya diimplementasikan ke dalam bentuk produk nyata berupa Learning Management System (LMS) "RouteNetZone" dengan rancangan sebagai berikut:

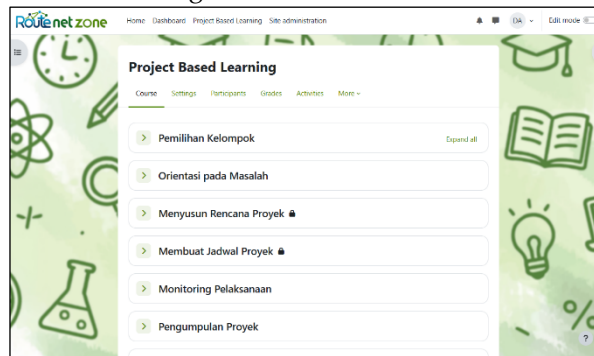
a. Halaman Login



Gambar 4. Login

Pada Gambar 4. Pengguna memasukkan username dan password yang telah didaftarkan pada LMS yang dilakukan oleh admin.

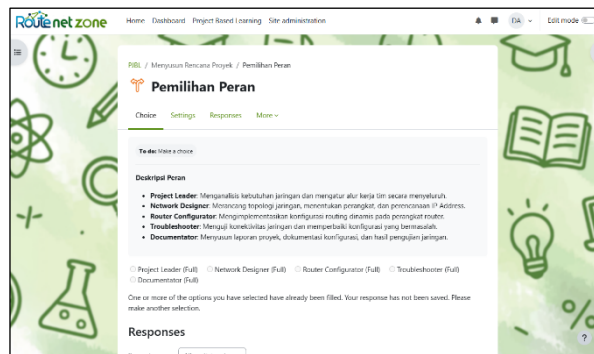
b. Halaman Project Based Learning



Gambar 5. Halaman PjBL

Pada Gambar 5. Pengguna dapat mengakses fitur-fitur PjBL yang terdiri dari pretest, pemilihan kelompok, materi pembelajaran, forum studi kasus, membuat rumusan masalah, menentukan indikator, analisis masalah, pemilihan peran, penjadwalan proyek, monitoring proyek, pengumpulan proyek, pengumpulan ppt, serta refleksi.

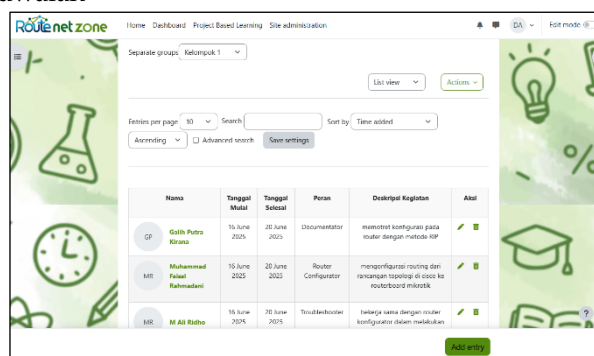
c. Halaman Pemilihan Peran



Gambar 6. Halaman Pemilihan Peran

Pada Gambar 6. Pengguna dapat memilih peran sesuai yang disepakati dalam kelompok.

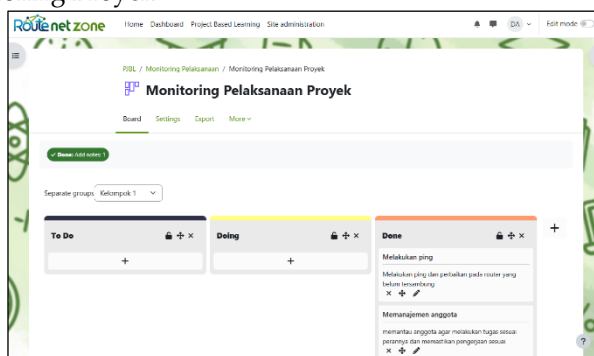
d. Halaman Penjadwalan



Gambar 7. Halaman Penjadwalan

Pada Gambar 7. Pengguna dapat menyusun kegiatan yang belum dilakukan, sedang ataupun telah selesai.

e. Halaman Monitoring Proyek



Gambar 8. Halaman Monitoring Proyek

Pada Gambar 8. Pengguna dapat menyusun jadwal beserta waktu dan deskripsinya

Pembahasan Hasil Penelitian

1. Hasil Validasi Produk

Berikut adalah hasil rekapitulasi validasi yang telah dilakukan oleh para validator

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Validasi

No.	Penilaian Validasi	Kevalidan	Keterangan
1.	Media	83,85%	Sangat Layak
2.	Materi	88,75%	Sangat Layak
3.	Soal	88,75%	Sangat Layak
4.	RPP	85,43%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh para ahli terdapat pada Tabel 2., produk LMS “RouteNetZone” memperoleh skor rata-rata kelayakan yang sangat baik.

2. Hasil Tes Kognitif

a. Uji Normalitas

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil yang diperoleh ini berpopulasi normal. Pengujian ini dilakukan karena data penelitian hanya menggunakan satu kelompok sampel. Uji normalitas pada data hasil belajar peserta didik dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk melalui bantuan program IBM SPSS Statistics 25. Hasil analisis uji normalitas Shapiro-Wilk ditampilkan pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Uji Normalitas Kognitif

Test of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest_kognitif	.116	32	.200	.950	32	.145
Posttest_kognitif	.156	32	.047	.937	32	.061

Hasil uji normalitas untuk nilai kognitif pada Tabel 3. memaparkan nilai sig pada pretest adalah 0.145 dan posttest adalah 0.061. Karena kedua nilai sig tersebut diatas 0.05, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa data kognitif siswa berdistribusi normal.

b. Uji Hipotesis

Apabila telah dilakukan uji normalitas, diperoleh hasil bahwa data penelitian memenuhi asumsi normalitas atau berdistribusi normal. Karena itu Paired Sample T-Test dipilih. Hasil pengujian hipotesis tersebut ditampilkan pada Tabel 4. Berikut.

Tabel 4. Uji Hipotesis Kognitif

Paired Sample Test								
	Mean	Std. Dev	Std Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2- tailed)
Posttest_kognitif- Posttest_kognitif	-31.094	14.354	2.537	-36.269	-25.919	-12.254	31	.000

Berdasarkan Tabel 4. hasil uji hipotesis memperlihatkan bahwa nilai sig (2-tailed) sebesar 0.000, di mana nilai tersebut lebih kecil dari 0.05. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat peningkatan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest kognitif peserta didik.

3. Hasil Tes Psikomotorik

a. Uji Normalitas

Uji ini memiliki tujuan untuk melihat apakah data memiliki populasi yang terdistribusi normal. Pengujian ini dilakukan karena data penelitian hanya menggunakan satu kelompok sampel. Uji normalitas pada data penilaian peserta didik dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk melalui bantuan program IBM SPSS Statistics 25. Hasil analisis uji normalitas Shapiro-Wilk ditampilkan pada Tabel 5. berikut.

Tabel 5. Uji Normalitas Psikomotorik

Test of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest_kognitif	.172	32	.017	.903	32	.007
Posttest_kognitif	.130	32	.180	.963	32	.333

Hasil uji normalitas untuk nilai psikomotorik pada Tabel 5. menunjukkan bahwa nilai signifikansi pretest sebesar 0.007 dan posttest sebesar 0.333. Syarat data dinyatakan berdistribusi normal adalah ketika nilai sig keduanya lebih dari 0.05. Karena nilai sig pretest kurang dari 0.05 dan hanya posttest yang nilai signifikansinya lebih besar dari 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa data hasil belajar psikomotorik siswa berdistribusi tidak normal.

b. Uji Hipotesis

Setelah dilakukannya uji normalitas, diperoleh hasil bahwa data penelitian belum memenuhi asumsi normalitas atau berdistribusi tidak normal. Oleh karena itu, tahap selanjutnya adalah melaksanakan pengujian hipotesis yang telah dirumuskan dengan menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank Test. Hasil pengujian hipotesis tersebut ditampilkan pada Tabel 6. berikut.

Tabel 6. Uji Hipotesis Psikomotorik

Test Statistic	
	Posttest_psiomotorik – Pretest_psiomotoik
Z	-4.863
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Berdasarkan Tabel 6., hasil uji hipotesis memaparkan bahwa nilai sig (2-tailed) sebesar 0.000, di mana nilai tersebut lebih kecil dari 0.05. Demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima. Artinya, terdapat peningkatan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest psikomotorik peserta didik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menyatakan bahwa pengembangan Learning Management System (LMS) "RouteNetZone" berbasis Moodle dengan pendekatan Project Based Learning (PjBL) secara efektif mendukung pembelajaran konfigurasi routing jaringan siswa kelas XI khususnya pada jurusan Teknik Komputer dan Jaringan. Pengembangan dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga evaluasi menggunakan model ADDIE, yang terbukti menghasilkan produk pembelajaran dengan kelayakan validasi yang sangat tinggi melalui validasi para validator ahli. Hasil percobaan penggunaan LMS dalam pembelajaran juga menunjukkan peningkatan signifikan pada aspek kognitif dan psikomotorik siswa, sebagaimana ditunjukkan oleh perbedaan nilai pretest dan posttest yang signifikan secara statistik.

Keberhasilan LMS ini tidak hanya terletak pada kualitas kontennya, tetapi juga pada desain pembelajarannya yang mendorong keaktifan, kolaborasi, serta kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. Pendekatan PjBL yang diintegrasikan dalam platform terbukti relevan dengan tuntutan dunia kerja, khususnya dalam simulasi konfigurasi routing statis maupun dinamis menggunakan perangkat Mikrotik dan Winbox.

Melihat hasil ini, pengembangan lebih lanjut dari "RouteNetZone" berpotensi diarahkan pada integrasi dengan sistem penilaian otomatis, perluasan cakupan materi ke topik-topik jaringan lanjutan, serta penerapan pada kelas-kelas lain di tingkat kejuruan. Selain itu, LMS ini memiliki prospek untuk diimplementasikan dalam pembelajaran berbasis proyek di bidang teknologi lainnya, sebagai media interaktif yang mampu menjembatani teori dan praktik secara efektif. Penelitian berikutnya memberikan dampak penggunaan LMS ini utamanya pada aspek afektif siswa serta efektivitasnya dalam pembelajaran kolaboratif lintas kelompok atau lintas sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D., Elmunsyah, H., Handayani, A., Modul Pembelajaran Fuzzy Pada Mata Kuliah Sistem Cerdas, P., Rosita Anggraeni, D., Elmunsyah, H., & Nur Handayani, A. (2019). *Pengembangan modul pembelajaran fuzzy pada mata kuliah Sistem Cerdas untuk mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang* (Vol. 29). <http://journal2.um.ac.id/index.php/tekno>
- Anggreani Made Desak, S. B. F. (2018). LITPAM, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika* 1, 1(2), 57.
- Hidayat, W. N., Elmunsyah, H., & Asfani, K. (2023). *Mikrotik Training to Improve Computer Network Administration Competence for MTCNA Certification Preparation for Teachers and Students at SMKN 10 Malang*. <https://pemas.unisla.ac.id/index.php/JAB/index>

- Mukminin, E., & Mushafanah, Q. (2023). *Optimalisasi Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Melalui PTK" Semarang*.
- Dewa Nida. (2024). Kementerian Kominfo Dorong Dunia Pendidikan Adopsi Inovasi Digital. <https://Rri.Co.Id/Iptek/764392/Kementerian-Kominfo-Dorong-Dunia-Pendidikan-Adopsi-Inovasi-Digital>.
- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan kekurangan Project-based Learning untuk penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 213–226. <https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.44226>
- Fahrezi, I., Taufiq, M., & Guru Sekolah Dasar, P. (2020). Meta-Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Sekolah Dasar. 3(3). <https://doi.org/10.23887/jippg.v3i3>
- Fatimah, S., Anggraini, R., & Riswari, L. A. (2024). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Pada Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 319–326. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.7109>
- Hanifa, R., & Nurul, S. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia.
- Hidayat, W. N., Elmunsyah, H., & Asfani, K. (2023). Mikrotik Training to Improve Computer Network Administration Competence for MTCNA Certification Preparation for Teachers and Students at SMKN 10 Malang. <https://pemas.unisla.ac.id/index.php/JAB/index>
- Kusumawati, A. D. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Website dengan Model Pembelajaran Project Based Learning pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMKN 7 Surabaya.
- Muhibbuddin Muhibbullah, M., Zikha Alviani, V., Natasya, D., Rizka Rahmadini, A., & Trilisiana, N. (2024). Analisis Kesesuaian Implementasi Sintaks Project Based Learning dalam Proses Pembelajaran. <https://doi.org/10.21831/ep.v5i1.63964>
- Nafi'ah, H. (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).
- Priscila Ritonga, A., Putri Andini, N., Ikhlamah, L., & Pendidikan Guru, J. (2022). Pengembangan Bahan Ajaran Media. *Jurnal Multidisiplin Dehasen*, 1(3), 343–348.
- Puspitasari, A., Gusti, I., Putra, L., & Prisma, E. (2025). Rancang Bangun Plugin E-Monitoring Di Moodle Sebagai Penerapan PjBL Untuk Meningkatkan Kompetensi Pointing Antena Nirkabel Siswa Kelas XI TKJ Di SMKN 1 Kediri. In *Jurnal IT-Edu* (Vol. 10).
- Sidiq, E. K., & Wantoro, J. (2024). E-Learning berbasis Moodle Mata Pelajaran Informatika dengan Pendekatan Project Based Learning. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 8(1), 143–152. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i1.25633>
- Sinha, U., Kumar, V., Shubham, J. C. S., & Singh, K. (2024). Routing Algorithms : A Review.
- Soleh, D. (2021). Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning melalui Google Classroom dalam Pembelajaran Menulis Teks Prosedur. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 6(2), 137–143. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v6i2.239>
- Solikhah, M. I. (2024). Rancang Bangun Sistem Pengelolaan Pembelajaran Berbasis Website "Avstudy!" Dengan Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kompetensi Produksi Video Iklan Layanan Masyarakat Pada Mata Pelajaran Teknik Pengolahan Audio Video (Studi Kasus Siswa Kelas XI DKV Di SMKN 6 Surabaya).
- Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>