

Pengembangan LMS Moodle berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Kompetensi Junior Web Programmer Siswa SMK

Mutiara Yudianisya Putri¹, I Gusti Lanang Putra Eka Prisma²

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

Artikel Info

Kata Kunci:

LMS Moodle;

Junior Web Programmer;

Project Based Learning;

SMK Negeri 2 Surabaya;

Keywords:

LMS Moodle;

Junior Web Programmer;

Project Based Learning;

State Vocational School 2 Surabaya

Riwayat Artikel (Article History):

Submitted: 30 November 2025

Accepted: 25 Desember 2025

Published: 19 Januari 2026

Abstrak: Pendidikan adalah fondasi utama dalam membentuk sumber daya manusia yang unggul. Akan tetapi, dalam praktik pembelajaran di SMKN 2 Surabaya masih sering mengandalkan metode konvensional yang kurang mampu menarik minat dan semangat siswa. Meskipun skor Indonesia dalam PISA 2022 menunjukkan peningkatan, kenyataannya kemampuan literasi terutama di bidang TIK serta pemrograman web yang masih memerlukan perbaikan agar para siswa dapat bersaing di tingkat global. Oleh karena itu, inovasi dalam penelitian ini berfokus pada pengembangan LMS berbasis Moodle dengan menggabungkan pendekatan PjBL yang bertujuan untuk meningkatkan kompetensi *Junior Web Programmer*, termasuk keterampilan teknis dan nonteknis yang sesuai dengan tuntutan abad ke-21. Dalam penelitian ini, kami mengadopsi model ADDIE sebagai kerangka kerja. Hasil validasi menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan sangat memadai, dengan rata-rata tingkat validitas mencapai 90% di berbagai aspek, seperti media, RPP, materi ajar, dan soal evaluasi. Selanjutnya, uji efektivitas melalui *Wilcoxon Signed Rank Test* mengungkapkan signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) pada ranah kognitif dan psikomotorik. Temuan ini mengindikasikan bahwa implementasi LMS berbasis PjBL memberikan pengaruh positif yang nyata dalam mengembangkan kompetensi siswa. Oleh karena itu, LMS yang dikembangkan terbukti valid, efektif, dan siap diterapkan sebagai alat pembelajaran pemrograman web di sekolah menengah kejuruan.

Abstract: Education is the primary foundation for producing superior human resources. Nevertheless, the teaching practices at SMKN 2 Surabaya still often rely on conventional methods that are less effective in capturing students' interest and enthusiasm. Although Indonesia's score in the PISA 2022 assessment showed an improvement, the reality is that literacy skills, especially in ICT and web programming, still require enhancement to enable students to compete at the global level. Therefore, the innovation of this research focuses on the development of a Moodle-based LMS integrated with a Project-Based Learning (PjBL) approach. The aim is to enhance the competencies of Junior Web Programmers, including the technical and non-technical skills aligned with the demands of the 21st century. We adopted the ADDIE model as the framework for this research. The validation results indicate that the developed product is highly adequate, with an average validity level reaching 90% across various aspects, such as media, lesson plans (RPP), teaching materials, and evaluation questions. Furthermore, effectiveness testing using the Wilcoxon Signed Rank Test revealed a significance of 0.000 ($p < 0.05$) in the cognitive and psychomotor domains. These findings indicate that the implementation of the PjBL-based LMS

provides a real and positive influence on developing students' competencies. Thus, the developed LMS is proven to be valid, effective, and ready to be implemented as a web programming learning tool in vocational high schools.

Corresponding Author:

Mutiara Yudianisya Putri

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: mutiara.21044@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah fondasi utama dalam membentuk sumber daya manusia yang unggul. Dalam Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, menekankan pentingnya menciptakan sebuah lingkungan pembelajaran yang efektif. Akan tetapi, banyak SMK masih mengandalkan metode pembelajaran konvensional sehingga proses belajar sering terasa monoton dan membosankan (Hewi & Shaleh, 2020). Kondisi yang sama terjadi di SMKN 2 Surabaya pada pembelajaran pemrograman web.

Hasil data PISA tahun 2022 menunjukkan kemajuan peringkat Indonesia dibandingkan tahun 2018 (OECD, 2023). Peningkatan ini mencerminkan ketangguhan sistem pendidikan nasional dalam menghadapi pandemi. Data ini juga mengingatkan kemampuan literasi siswa masih harus ditingkatkan agar mereka siap menghadapi tantangan abad ke-21. Salah satu keterampilan yang perlu dikembangkan adalah literasi teknologi dalam bidang pemrograman web (Borges & Souza, 2024; Erwin & Mohammed, 2022).

Pemrograman web tidak hanya menguasai aspek teknis seperti sintaks HTML, CSS, dan JavaScript, tetapi juga aspek nonteknis seperti komunikasi, kolaborasi, dan manajemen waktu. Keterampilan ini merupakan kompetensi abad ke-21 yang sangat dibutuhkan oleh industri TI. Sayangnya, pembelajaran pemrograman di SMK sering terkendala oleh materi yang kompleks dan metode ceramah. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan memahami materi dan mengalami kehilangan motivasi belajar (Nupus et al., 2025).

Salah satu solusi yang menjanjikan adalah menerapkan LMS atau *Learning Management System* berbasis Moodle yang digabungkan dengan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL). LMS ini memberikan kebebasan siswa untuk belajar mandiri sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing, memperoleh umpan balik, dan mengakses materi. PjBL mendorong siswa untuk aktif melalui penyelesaian proyek nyata yang tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis tetapi juga nonteknis (Chen & Yang, 2019). Gabungan metode ini diyakini dapat mengatasi kelemahan pembelajaran konvensional sekaligus meningkatkan minat siswa pada pemrograman web.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LMS Moodle dengan pendekatan PjBL di SMKN 2 Surabaya pada jurusan RPL. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi siswa sebagai *Junior Web Programmer* serta mempersiapkannya lulus dengan kompetensi yang siap bersaing di industri TI. Penelitian ini diharapkan tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran di SMKN 2 Surabaya, tetapi juga sebagai contoh alternatif untuk institusi pendidikan lain yang menghadapi permasalahan yang sama.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode R&D karena tidak hanya berfokus pada pengumpulan data, tetapi juga melibatkan proses perancangan dan penyempurnaan produk. Metode pengembangannya menggunakan model ADDIE yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Fitriyah et al., 2021). Dengan kerangka tersebut, produk yang dihasilkan diharapkan sesuai kebutuhan, efektif, dan memenuhi standar kualitas. Subjek penelitian yaitu 35 siswa

kelas XI RPL 2 di SMKN 2 Surabaya. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi wawancara, observasi, tes, dan dokumentasi.

1. Analisis Penilaian Validasi Produk

Tingkat kevalidan produk dianalisis berdasarkan penilaian dari para ahli yang terdiri dari dosen dan guru terhadap media, materi, soal, dan modul ajar/rpp. Interpretasi persentase dari validasi pengujian ditampilkan pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Persentase Pengujian Validasi

Persentase	Kategori
81 - 100%	Sangat Valid
61 - 80%	Valid
41 - 60%	Cukup Valid
21 - 40%	Kurang Valid
0 - 20%	Sangat Kurang Valid

Sumber: (Sugiyono, 2022)

2. Analisis Kompetensi *Junior Web Programmer* pada Hasil Belajar Siswa

a. Uji Normalitas Test Siswa

Nilai *pre-test* dan *post-test* di uji menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel < 50 ($n = 35$). Kriterianya yaitu: jika *p-value* $> 0,05$ berarti data normal; sedangkan jika *p-value* $< 0,05$ berarti data tidak normal sehingga menggunakan uji *Wilcoxon*.

b. Uji Hipotesis Test Siswa

Nilai *pre-test* dan *post-test* akan dianalisis dengan uji hipotesis *Paired Sample t-Test* apabila data berdistribusi normal, sedangkan uji hipotesis *Wilcoxon Signed Rank Test* digunakan apabila data tidak berdistribusi normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

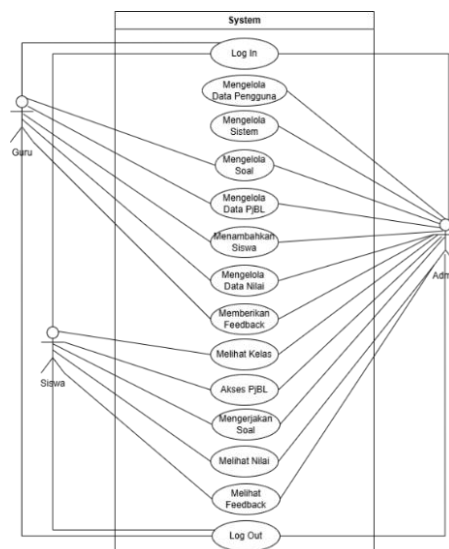
Tahapan model pengembangan ADDIE diterapkan pada penelitian ini secara sistematis dalam menghasilkan produk akhir berupa LMS berbasis PjBL. Berikut adalah hasil penelitian yang disusun secara runtut sesuai dengan alur pengembangan yang telah digunakan:

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahapan ini mengidentifikasi masalah pada kinerja pembelajaran, menganalisis kebutuhan pengembangan, dan menentukan kompetensi yang dicapai oleh siswa. Terdapat kebutuhan fungsional dan non fungsional yang ditetapkan berdasarkan peran pengguna (*persona*).

2. Tahap Desain (*Design*)

a. Desain *Use Case Diagram*

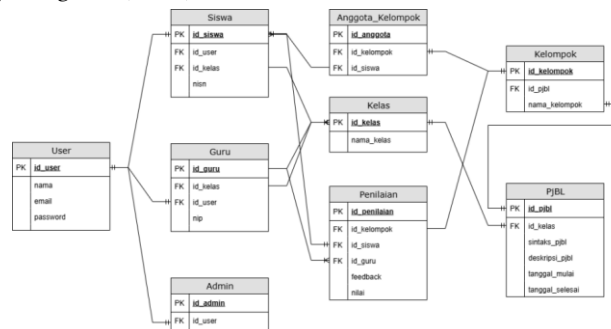


Gambar 1. Use Case Diagram

Use case diagram dirancang untuk peran atau tugas aktor seperti Admin, Guru, dan Siswa agar seluruh fungsi sistem tercakup dan kebutuhan utama dapat diprioritaskan.

b. Desain Database

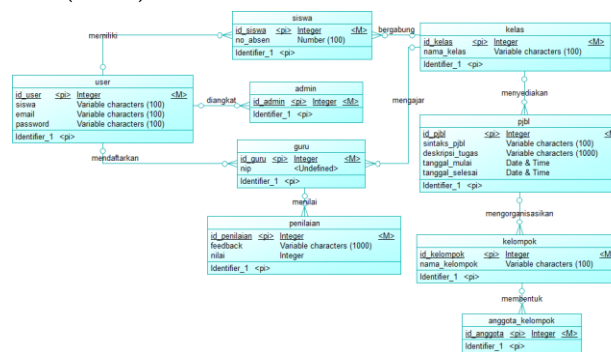
1) Entity Relationship Diagram (ERD)



Gambar 2. ERD

Struktur ini dirancang untuk mendukung pengelolaan pengguna, kelas, proyek, kelompok, dan penilaian secara terintegrasi, sehingga penerapan PjBL pada LMS dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

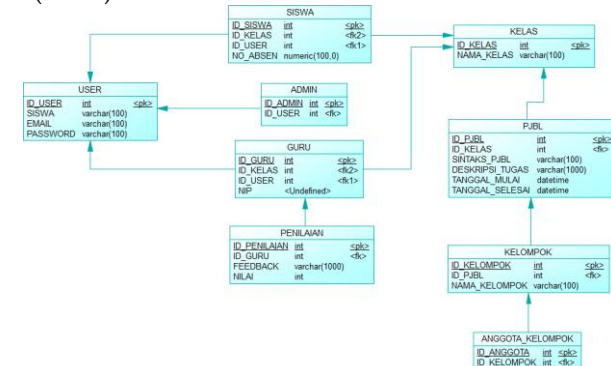
2) Conceptual Data Model (CDM)



Gambar 3. CDM

Model ini digunakan untuk merepresentasikan hubungan antar entitas utama pada LMS berbasis PjBL. Setiap entitas pada CDM memiliki atribut utama (*primary identifier*) dan saling terhubung melalui relasi yang diberi label, seperti "memiliki", "mengajar", "menyediakan", "menilai", dan lain sebagainya.

3) Physical Data Model (PDM)

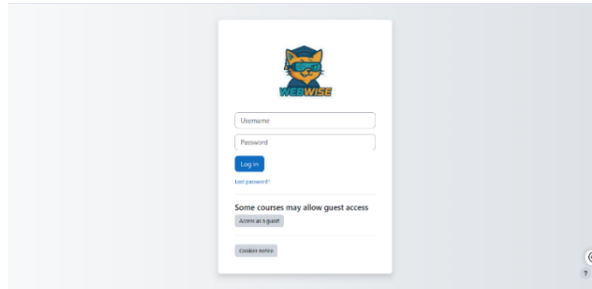


Gambar 4. PDM

PDM tersebut menggambarkan struktur basis data secara rinci mencakup nama tabel, nama atribut, tipe data, serta relasi antar tabel yang melibatkan *primary key* (PK) dan *foreign key* (FK).

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

LMS ini dikembangkan dengan memanfaatkan *platform* Moodle versi 5.0.1.



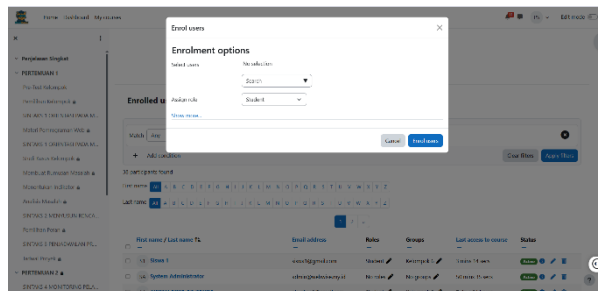
Gambar 5. Halaman Masuk

Gambar 5 menampilkan halaman masuk pada LMS yang dimana menyediakan kolom *input* nama pengguna dan kata sandi, serta tombol “Log In” yang ditempatkan secara terpusat pada tampilan.



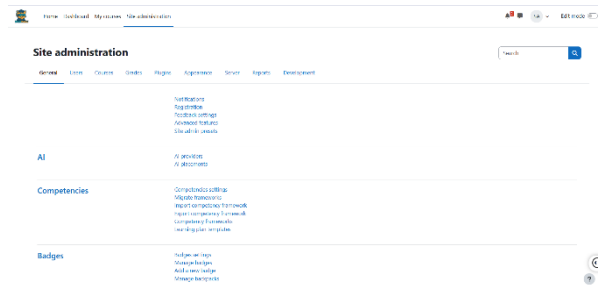
Gambar 6. Halaman Sintaks PjBL

Gambar 6 menampilkan halaman sintaks PjBL yang menyajikan urutan tahap PjBL dalam bentuk blok terstruktur dengan penjelasan singkat di setiap tahap.



Gambar 7. Halaman Tambah Siswa

Gambar 7 menampilkan halaman tambah siswa. Disini, guru dapat mengedit, menambah, dan menghapus siswa dari daftar pengguna yang tersedia di kursus.



Gambar 8. Halaman Manajemen Sistem

Gambar 8 menunjukkan halaman manajemen sistem yang dimana admin dapat mengelola pengguna, mengelola kursus, menyesuaikan *plugin* dan tema tampilan, memantau aktivitas sistem, mencadangkan data, dan menjaga stabilitas serta keamanan LMS.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

LMS diuji langsung pada 35 siswa kelas XI RPL 2 di SMKN 2 Surabaya. Siswa diarahkan untuk mengakses LMS secara langsung melalui alamat <https://webwise.my.id/>.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

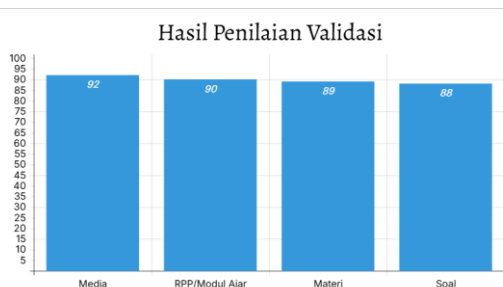
a. Evaluasi Tahap Pengembangan

- 1) Menyediakan *template* untuk jadwal proyek dan laporan yang dapat diakses melalui LMS sehingga mendukung keseragaman format dan keteraturan dalam proses pelaporan.
- 2) Menetapkan model penilaian yang paling sesuai, baik berdasarkan kontribusi individu dalam kelompok maupun secara kolektif agar terjaga prinsip keadilan serta objektivitas.
- 3) Menambahkan fitur penyaringan kelompok pada menu *Grade* untuk membantu pendidik dalam memantau hasil evaluasi setiap kelompok secara lebih terstruktur.
- 4) Menentukan format identitas kelompok dan peran peserta sejak awal hingga akhir kegiatan proyek, guna mencegah adanya ketidaksesuaian data selama proses pembelajaran.

b. Evaluasi Tahap Implementasi

- 1) Penyampaian arahan secara menyeluruh kepada siswa terkait pemanfaatan LMS yang meliputi prosedur *login*, pengunggahan proyek, akses materi hingga hasil penilaian.
- 2) Pengukuran tingkat kepuasan pengguna yang mencakup aspek kemudahan operasional sistem dan manfaat nyata yang diperoleh baik oleh pendidik maupun peserta didik.

6. Hasil Validasi Produk



Gambar 9. Hasil Penilaian Validasi

Berdasarkan grafik hasil validasi pada Gambar 9, diketahui bahwa keempat komponen memperoleh skor dengan kategori sangat valid tanpa perlu perbaikan yang signifikan.

7. Hasil Kompetensi Junior Web Programmer pada Siswa

Tahap berikutnya kompetensi *Junior Web Programmer* siswa dapat di analisis melalui uji normalitas dan pengujian hipotesis menggunakan IBM SPSS versi 31.

a. Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

1) Uji Normalitas Tes Kognitif

Hasil pengujian menunjukkan nilai $df = 35$ dengan nilai signifikansi *pre-test* 0,005 dan *post-test* 0,032. Dikarenakan kedua nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka dapat dinyatakan data tes kognitif tidak terdistribusi normal. Oleh sebab itu, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji non-parametrik *Wilcoxon*. Hasil uji normalitas tes kognitif dapat dilihat pada Gambar 10.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre	.218	35	.000	.905	35	.005
Post	.202	35	.001	.932	35	.032

a. Lilliefors Significance Correction

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 10. Uji Normalitas Test Kognitif

2) Uji Normalitas Tes Psikomotorik

Hasil pengujian menunjukkan nilai $df = 35$ dengan nilai signifikansi 0,062 untuk *pre-test* dan 0,000 untuk *post-test*. Karena kedua nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka disimpulkan bahwa data psikomotorik tidak terdistribusi normal. Oleh karena itu,

pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji non-parametrik *Wilcoxon*. Hasil uji normalitas psikomotorik dapat dilihat pada Gambar 11.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PrePsi	.135	35	.103	.942	35	.062
PostPsi	.315	35	.000	.743	35	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 11. Uji Normalitas Test Psikomotorik

b. Pengujian Hipotesis *Wilcoxon Signed Rank Test*

Dikarenakan data yang telah diujikan dinyatakan tidak terdistribusi normal, langkah berikutnya yaitu melakukan uji hipotesis *Wilcoxon Signed Rank Test*.

1) Uji Hipotesis Tes Kognitif

Hasil uji hipotesis *Wilcoxon* pada tes kognitif diperoleh nilai Z sebesar -5,182 dengan Asymp. Sig. (2-tailed) 0,000. Dikarenakan nilai $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan LMS dengan pendekatan PjBL secara signifikan mampu meningkatkan kompetensi *Junior Web Programmer* siswa dalam pembelajaran pemrograman web. Hasil uji hipotesis tes kognitif ditampilkan pada Gambar 12.

Test Statistics ^a	
	Post - Pre
Z	-5.182 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Gambar 12. Uji Hipotesis Test Kognitif

2) Uji Hipotesis Tes Psikomotorik

Hasil uji hipotesis *Wilcoxon* pada tes psikomotorik diperoleh nilai Z sebesar -5,163 dengan Asymp. Sig. (2-tailed) 0,000. Dikarenakan nilai $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan LMS dengan pendekatan PjBL secara signifikan meningkatkan kompetensi *Junior Web Programmer* siswa dalam pembelajaran pemrograman web. Hasil uji hipotesis tes psikomotorik ditampilkan pada Gambar 13.

Test Statistics ^a	
	PostPsi - PrePsi
Z	-5.163 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Gambar 13. Uji Hipotesis Test Psikomotorik

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan LMS berbasis Moodle dengan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) menggunakan model ADDIE terbukti sangat efektif dan berhasil dalam peningkatan kompetensi *Junior Web Programmer*. Hasil validasi produk menunjukkan persentase tinggi yaitu media 92%, rpp/modul ajar 90%, materi 89%, dan soal 88%. Rata-rata keseluruhan mencapai 90%, sehingga produk yang dihasilkan dikategorikan "sangat valid" atau sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas XI RPL di SMKN 2 Surabaya.

Berdasarkan hasil uji efektivitas metode nonparametrik *Wilcoxon Signed Rank* diperoleh nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$) pada kedua aspek. Temuan ini mengindikasikan bahwa implementasi LMS berbasis PjBL memberikan pengaruh positif yang nyata dalam mengembangkan kompetensi siswa. Oleh karena itu, LMS yang dikembangkan terbukti valid, efektif, dan siap diterapkan sebagai alat pembelajaran pemrograman web di SMK.

DAFTAR PUSTAKA

- Alir, B. T., & Fauziyah, N. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal Tipe PISA Ditinjau dari Gaya Belajar. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(2), 1141–1148. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v9i2.1032>
- Animar, & Wulandya, S. A. (2020). STUDI DAMPAK COVID-19 TERHADAP HASIL BELAJAR GEOGRAFI DI SMA NEGERI 1 SIKUR. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 4(2), 231–239. <https://doi.org/10.29408/geodika.v4i2.3019>
- Borges, G. G., & Souza, R. C. G. (2024). Skills development for software engineers: Systematic literature review. *Information and Software Technology*, 168, 107395. <https://doi.org/10.1016/j.INFSOF.2023.107395>
- Chen, C. H., & Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71–81. <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2018.11.001>
- Dheanty, V. Y. N., & Prisma, I. G. L. P. E. (2024). Rancang Bangun Modul Project Planning Pada Moodle Menggunakan Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kompetensi Pemrograman Dasar Siswa Program Keahlian RPL (Studi Kasus Siswa Kelas X RPL di SMKN 10 Surabaya). *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 9(2), 70–80. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v9i2.62093>
- Dias-Oliveira, E., Pasion, R., Vieira da Cunha, R., & Lima Coelho, S. (2024a). The development of critical thinking, team working, and communication skills in a business school—A project-based learning approach. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 101680. <https://doi.org/10.1016/J.TSC.2024.101680>
- Erwin, K., & Mohammed, S. (2022). Digital Literacy Skills Instruction and Increased Skills Proficiency. *International Journal of Technology in Education and Science*, 6(2), 323–332. <https://doi.org/10.46328/ijtes.364>
- Fitriyah, I., Wiyokusumo, I., & Leksono, I. P. (2021). Pengembangan media pembelajaran Prezi dengan model ADDIE simulasi dan komunikasi digital. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 8(1), 84–97. <https://doi.org/10.21831/jitp.v8i1.42221>
- Hewi, L., & Shaleh, M. (2020). Refleksi Hasil PISA (The Programme For International Student Assessment): Upaya Perbaikan Bertumpu Pada Pendidikan Anak Usia Dini. *Jurnal Golden Age*, 4(01), 30–41. <https://doi.org/10.29408/jga.v4i01.2018>
- Imamuddin, Y., Prasetya, D. D., & Tuwoso. (2024). Integrasi Teknologi Mobile untuk Pembelajaran Dasar Desain Grafis: Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek untuk SMK. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(1), 138–153. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i1.253>
- Istiqomah, E. O., Atiqoh, A., & Suhari, S. (2023). Pengembangan Elkid Sebagai LMS Dengan Model Blended Learning di Era New Normal. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 8(1), 100. <https://doi.org/10.33394/jtp.v8i1.6219>
- Latief, M., Lahinta, A., & Haeriani, H. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Bahasa Inggris Menggunakan Aplikasi Adobe Animate Kelas VII Di SMP Negeri 3 Gorontalo. *INVERTED: Journal of Information Technology Education*, 5(1). <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/inverted>
- Mafaza, A. R. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran E-Learning Berbasis Moodle Pada Mata Pelajaran Sistem Operasi di SMK Negeri 3 Bojonegoro. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 1(1), 129-136. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v1i2.16871>
- Mukhlis, I. R., Satibi, I. F., Sembilu, N., Rahmawati, R., Rahma Aulia, V., Rinjeni, T. P., Sugata, T. L. I., & Ananto, P. K. F. (2024). Rancangan Basis Data Absensi Pegawai Menggunakan Mysql Dengan

- Conceptual Data Model (CDM), Physical Data Model (PDM), Dan Entity Relationship Diagram (ERD). *Computing Insight: Journal of Computer Science*, 6(2), 1–17. https://doi.org/10.30651/comp_insight.v6i2.24337
- Munir, R. S., & Yuliana, I. (2025). Implementasi Learning Management System Berbasis Moodle dengan Project Based Learning pada Mata Pelajaran TIK Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *JlIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*. <http://jiip.stkipyapisdompui.ac.id>
- Nupus, H., Fitriana, M., Bahri, M. S., Widayat, M., Saputra, N. A., & Rahman, M. F. (2025). Penerapan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Meningkatkan Kreativitas Dan Inovasi Siswa SMK. *Abdi Laksana: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 70–85. <https://doi.org/10.32493/abdilaksana.v6i1.46990>
- Nuril, A., Fauziah, M., Ipa, J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., & Surabaya, U. N. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Pelajaran IPA Saat Pembelajaran Daring Selama Pandemi COVID-19. *PENSA E-JURNAL: PENDIDIKAN SAINS*, 9(2), 188–192. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/index>
- OECD. (2023). Pisa 2022 Results. *Factsheets, I*. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Okpatrioka. (2023). Research and Development (R&D) Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan. *DHARMA ACARIYA NUSANTARA: Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1, 86–100. <https://doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>
- Razilu, Z., & Maruf A. (2022). Efektifitas Penggunaan Elearning Berbasis Moodle Sebagai Media Pembelajaran Daring Pada Program Studi PG-PAUD. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 2(2), 66–75. <https://doi.org/10.51454/decode.v2i2.43>
- Rusmiyati, A., Marwoto, P., Subali, B., & Rusilowati, A. (2024). The Effectiveness of Moodle-Based E-Learning Media to Improve Students' Inductive Thinking Skill in an Integrated Science Project Course. *Unnes Science Education Journal*, 13(3), 189–195. <https://doi.org/10.15294/usej.v13i3.13349>
- Semerikov, S. O., Nechypurenko, P. P., Vakaliuk, T. A., Mintii, I. S., & Fadieiieva, L. O. (2025). Differential effects of Moodle course design on student subpopulations: advancing personalized learning in higher education. *Smart Learning Environments*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00400-6>
- Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022). A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education. *Information*, 13(9), 1–20. <https://doi.org/10.3390/info13090402>
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian: kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sundari, S., Rusani, I., Musa'ad, F., Setyo, A. A., & Trisnawati, N. F. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis Enterpreneurship Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dalam Pembelajaran Geometri Ruang. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(4), 1174. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i4.9363>
- Wakhid, B. N., Budiyanto, C. W., & Siyamtingtyas, Y. (2024). Analysis of Project-Based Learning Model on the Learning Styles of PPLG SMK Negeri Students in Surakarta. *IJIE (Indonesian Journal of Informatics Education)*, 7(2), 140. <https://doi.org/10.20961/ijie.v7i2.81689>
- Zendrato, V. K. F., Lase, S. N., Dohona, I. M., Gea, S. T. Y., Gulo, E. V. N., Telaumbanua, A., Humendru, A. N., Gulo, E. J. J., & Edward Harefa. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Project-Based Learning Terintegrasi STEM dalam Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar*, 20. <https://doi.org/10.30595/jrpd.v5i2.23298>
- Zhang, W., Guan, Y., & Hu, Z. (2024). The efficacy of project-based learning in enhancing computational thinking among students: A meta-analysis of 31 experiments and quasi-experiments. *Education and Information Technologies*, 29(11). <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12392-2>