

Pengembangan LMS Berbasis Problem-Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Problem Solving pada Materi Struktur Data

Ernika Frevita Ayu Septiani ¹, Atan Pramana¹

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Artikel Info

Kata Kunci:

*Learning Management System;
Problem Based Learning;
Problem Solving;
Struktur Data;*

Keywords:

*Learning Management System;
Problem Based Learning;
Problem Solving;
Data Structure;*

Riwayat Article (Article History):

Received: Juli 24, 2026

Accepted: September 25, 2026

Published: September 26, 2026

Abstrak: Keterampilan problem solving murid kelas X TKJ SMKN 7 Surabaya pada materi Struktur Data masih rendah, ditunjukkan oleh nilai rata-rata 75 yang berada di bawah KKM (80). Kondisi ini dipengaruhi oleh pembelajaran yang masih berpusat pada guru serta belum tersedianya Learning Management System (LMS) berbasis Problem-Based Learning (PBL). Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan kelayakan dan keefektifan LMS berbasis PBL bernama EDU-7 CONNECT dalam meningkatkan keterampilan problem solving murid. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Subjek penelitian terdiri atas murid kelas X TKJ SMKN 7 Surabaya, yaitu kelas eksperimen (n=36) dan kelas kontrol (n=37) dengan desain nonequivalent control group. Hasil validasi menunjukkan tingkat kelayakan media 85%, soal 85%, materi 91,66%, dan RPM 92%, seluruhnya berkategori sangat layak, didukung hasil black box testing yang menyatakan 25 dari 25 test case valid. Hasil implementasi menunjukkan rata-rata posttest kelas eksperimen sebesar 88,81 (naik 33,53 poin) dan kelas kontrol 81,92 (naik 24,62 poin). Uji Mann-Whitney U memperoleh nilai signifikansi 0,014 (<0,05), yang menunjukkan bahwa LMS EDU-7 CONNECT berbasis PBL efektif meningkatkan keterampilan problem solving murid dibandingkan pembelajaran konvensional.

Abstract: The problem-solving skills of Grade X Computer and Network Engineering (TKJ) students at SMKN 7 Surabaya in the Data Structures topic were still low, indicated by an average score of 75, below the minimum mastery criterion of 80. This condition was influenced by teacher-centered learning and the absence of a Learning Management System (LMS) based on Problem-Based Learning (PBL). This study aimed to describe the feasibility and effectiveness of a PBL-based LMS named EDU-7 CONNECT in improving students' problem-solving skills. The study used the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Participants consisted of Grade X TKJ students, namely an experimental class (n=36) and a control class (n=37) using a nonequivalent control group design. Validation results showed feasibility levels of 85% for media, 85% for the test instrument, 91.66% for material, and 92% for the lesson plan, all categorized as

highly feasible, supported by black-box testing results confirming 25 of 25 test cases valid. Implementation results showed the experimental class achieved an average posttest score of 88.81 (an increase of 33.53 points), while the control class achieved 81.92 (an increase of 24.62 points). The Mann-Whitney U test yielded a significance value of 0.014 (<0.05), indicating that the PBL-based LMS EDU-7 CONNECT was effective in improving students' problem-solving skills compared to conventional learning.

Corresponding Author:

Ernika Frevita Ayu Septiani

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: ernika.22050974058@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Keterampilan problem solving merupakan salah satu kompetensi penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran, khususnya pada bidang informatika. Keterampilan problem solving mencakup proses memahami permasalahan, menganalisis informasi, merencanakan strategi penyelesaian, menerapkan solusi, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh (Fazreen et al., 2022). Dalam konteks pembelajaran informatika, keterampilan ini memiliki keterkaitan erat dengan computational thinking, karena peserta didik perlu menggunakan konsep dan strategi komputasional untuk memahami serta menyelesaikan permasalahan secara sistematis (Kale & Yuan, 2021).

Struktur data merupakan materi fundamental dalam pembelajaran informatika yang mencakup konsep penyimpanan, pengorganisasian, dan representasi data agar dapat dipakai secara efisien, meliputi array, list, stack, queue, tree, dan graph. Materi ini sering menjadi tantangan bagi murid karena sifatnya yang abstrak dan memerlukan kemampuan berpikir logis yang tinggi (Sutowiyono et al., 2024).

Hasil observasi dan wawancara pada 19 Desember 2025 di SMK Negeri 7 Surabaya jurusan TKJ kelas X menunjukkan bahwa hasil belajar murid pada materi Struktur Data masih berada di bawah KKM (80), dengan nilai rata-rata sebesar 75. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh pembelajaran yang masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru (teacher-centered), sehingga murid kurang terlibat aktif dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan. Pemanfaatan Learning Management System (LMS) di sekolah tersebut juga masih terbatas dan belum mengintegrasikan model pembelajaran berbasis masalah.

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran yang berpusat pada murid dengan menggunakan permasalahan sebagai konteks pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Lonergan et al., 2022). Karakteristik utama PBL adalah pembelajaran dimulai dengan pemberian masalah kontekstual yang menuntut murid aktif menemukan solusi melalui proses kolaboratif (Khakim et al., 2022). Integrasi PBL dengan LMS memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena murid tidak hanya memperoleh materi secara digital, tetapi juga terlibat dalam penyelesaian masalah, diskusi, investigasi, dan refleksi melalui aktivitas yang terstruktur (Musthofa et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas LMS berbasis PBL. Penerapan PBL dalam pembelajaran daring terbukti meningkatkan hasil belajar, kemampuan problem solving, komunikasi, dan interaksi murid (Aslan, 2021). Selain itu, penerapan PBL berbantuan Google Classroom juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah murid (Riyani et al., 2021), sementara penerapan PBL terintegrasi Culturally Responsive Teaching efektif meningkatkan hasil belajar dengan ketuntasan mencapai 81% (Maqfiroh et al., 2024).

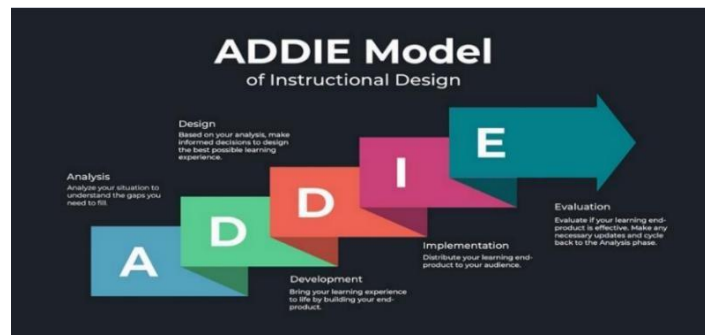
Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LMS berbasis Problem Based Learning yang layak dan efektif untuk meningkatkan keterampilan problem solving

murid kelas X TKJ pada materi Struktur Data di SMK Negeri 7 Surabaya. Pengembangan ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi peningkatan kualitas pembelajaran informatika berbasis teknologi digital di jenjang pendidikan vokasi.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D), yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu sekaligus menguji keefektifannya melalui prosedur ilmiah (Waruwu, 2024). Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE, yang terdiri atas lima tahapan, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Nugroho et al., 2021).



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE

Subjek Penelitian

Subjek uji coba lapangan adalah seluruh murid kelas X program keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) SMKN 7 Surabaya tahun ajaran 2025/2026 yang berjumlah 73 murid, menggunakan teknik sampling jenuh (Sugiyono, 2019). Sampel dibagi menjadi kelas eksperimen (36 murid) yang mendapat pembelajaran menggunakan LMS EDU-7 CONNECT berbasis PBL, dan kelas kontrol (37 murid) yang mengikuti pembelajaran konvensional tanpa LMS. esain penelitian yang digunakan adalah nonequivalent control group pretest-posttest design (Garcia, 2021), sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Nonequivalent Control Group

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O1	X	O2
Kontrol	O3	–	O4

Keterangan: O1/O3 = nilai pretest; O2/O4 = nilai posttest; X = perlakuan menggunakan LMS EDU-7 CONNECT.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, validasi ahli, dan tes hasil belajar. Observasi dilakukan pada tahap analisis kebutuhan untuk mengetahui kondisi pembelajaran di lapangan. Validasi ahli dilakukan oleh ahli media, ahli materi, ahli soal, dan ahli Rencana Pembelajaran Mendalam (RPM) untuk menilai kelayakan LMS. Tes hasil belajar diberikan dalam bentuk pretest dan posttest berupa soal pilihan ganda berbasis indikator problem solving Polya, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali hasil.

Teknik Analisis Data

Analisis kelayakan produk dihitung menggunakan rumus persentase $P = (\text{skor yang diperoleh} \div \text{skor maksimal}) \times 100\%$, kemudian dikonversi ke dalam kategori kelayakan pada Tabel 2 (Mansur, Hamsi and Utama, 2021). Produk dinyatakan layak apabila memperoleh persentase minimal 61%.

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Produk

$$\text{Persentase (\%)} = (\text{Skor yang diperoleh} / \text{Skor maksimal}) \times 100\%$$

Persentase	Kategori
81% – 100%	Sangat Layak
61% – 80%	Layak
41% – 60%	Cukup Layak
21% – 40%	Kurang Layak
0% – 20%	Tidak Layak

Kelayakan fungsional sistem juga diuji melalui black box testing terhadap seluruh fitur utama LMS. Keefektifan produk dianalisis dari data pretest dan posttest keterampilan problem solving kedua kelompok. Uji prasyarat berupa uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk) dan uji homogenitas (Levene Statistic) dilakukan sebelum uji hipotesis. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, pengujian dilakukan dengan Independent Sample t-test dan apabila tidak terpenuhi, digunakan uji nonparametrik Mann-Whitney U. Seluruh analisis data diolah menggunakan software statistik SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

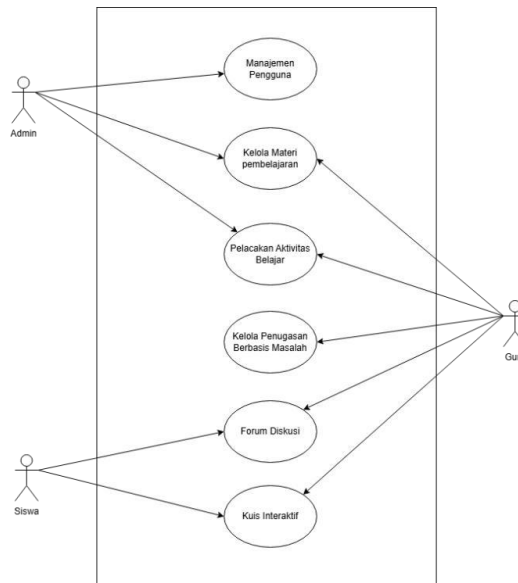
Hasil penelitian pengembangan LMS berbasis Problem Based Learning disusun mengikuti tahapan model ADDIE, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation.

Tahap Analisis

Hasil observasi dan wawancara di SMKN 7 Surabaya menunjukkan bahwa hasil belajar murid pada materi Struktur Data masih di bawah KKM, pembelajaran masih berpusat pada guru, dan belum tersedia LMS berbasis PBL. Berdasarkan temuan tersebut, teridentifikasi kebutuhan pengguna, yaitu guru sebagai pengelola pembelajaran dan murid sebagai pengguna utama, serta kebutuhan fungsional sistem yang meliputi autentikasi pengguna, pengelolaan materi, penyajian skenario permasalahan, pengumpulan tugas, kuis, forum diskusi, dan penyajian nilai hasil belajar.

Desain

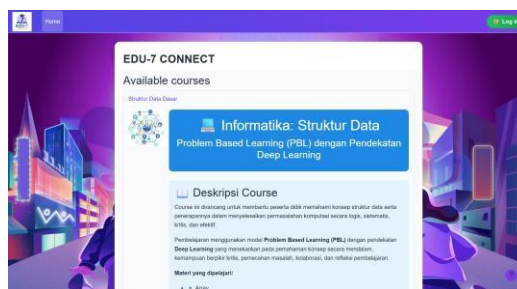
Perancangan sistem dilakukan menggunakan Unified Modeling Language (UML) yang meliputi use case diagram, class diagram, dan activity diagram sebagai acuan pengembangan LMS. Use case diagram pada Gambar 2 menggambarkan interaksi antara aktor admin, guru, dan murid dengan berbagai fitur LMS, seperti pengelolaan pengguna, pengelolaan materi, penugasan berbasis masalah, forum diskusi, dan pelacakan aktivitas belajar.



Gambar 2. Use Case Diagram LMS EDU-7 CONNECT

Tahap Pengembangan (Development)

LMS dikembangkan menggunakan platform Moodle versi 5.0 yang bersifat open source dan fleksibel. LMS diberi nama “EDU-7 CONNECT” dan dapat diakses melalui <https://eduseven.my.id/>. Sintaks Problem Based Learning diintegrasikan ke dalam kursus materi Struktur Data mengikuti lima fase, yaitu orientasi masalah, mengorganisasikan penyelidikan, membimbing penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Estiana et al., 2023). Tahapan tersebut sejalan dengan empat tahap pemecahan masalah Polya, yaitu memahami masalah, menyusun rencana, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali (Kania & Ratnawulan, 2022).



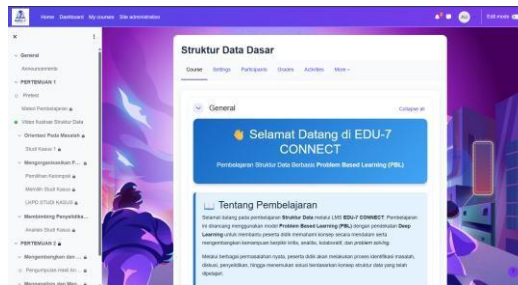
Gambar 3. Halaman Beranda LMS EDU-7 CONNECT

Pada gambar 3 menunjukkan halaman beranda LMS EDU-7 CONNECT yang menjadi halaman awal ketika pengguna mengakses sistem. Halaman ini berfungsi sebagai pintu masuk pengguna untuk mengenali dan mengakses LMS sebelum masuk ke aktivitas pembelajaran. Penyajian halaman beranda menjadi bagian penting dalam memberikan akses awal menuju lingkungan pembelajaran digital yang telah dikembangkan.



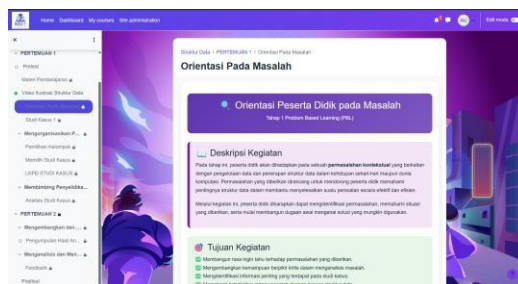
Gambar 4. Halaman Dashboard LMS EDU-7 CONNECT

Gambar 4 menunjukkan halaman dashboard LMS EDU-7 CONNECT. Dashboard digunakan sebagai halaman utama pengguna setelah masuk ke dalam sistem dan menjadi pusat navigasi menuju aktivitas pembelajaran yang tersedia. Melalui dashboard, pengguna dapat mengakses kursus dan berbagai aktivitas pembelajaran yang telah disediakan dalam LMS sesuai dengan perannya sebagai murid maupun guru.



Gambar 5. Halaman Kursus Materi Struktur Data

Gambar 5 menunjukkan halaman kursus materi Struktur Data. Pada halaman ini, materi pembelajaran disusun dalam lingkungan kursus yang mengintegrasikan berbagai aktivitas pembelajaran berbasis PBL. Selain materi digital, LMS menyediakan aktivitas yang mendukung proses pembelajaran, seperti forum diskusi, penyelesaian studi kasus, pengumpulan tugas melalui fitur Assignment, serta aktivitas evaluasi. Dengan demikian, halaman kursus tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyajian materi, tetapi juga sebagai ruang bagi murid untuk mengikuti rangkaian proses pemecahan masalah secara terstruktur.



Gambar 6. Halaman Orientasi Masalah pada Sintaks PBL

Gambar 6 menunjukkan halaman orientasi masalah sebagai tahap awal sintaks Problem Based Learning. Pada tahap ini, murid diperkenalkan pada permasalahan atau studi kasus yang berkaitan dengan materi Struktur Data. Pemberian masalah menjadi titik awal pembelajaran PBL yang mendorong murid untuk memahami permasalahan sebelum menentukan strategi penyelesaiannya. Tahap orientasi masalah tersebut selanjutnya menjadi dasar bagi murid untuk melakukan penyelidikan, berdiskusi, mengembangkan solusi, dan mengevaluasi hasil penyelesaian masalah.

Integrasi sintaks PBL ke dalam LMS memungkinkan aktivitas pembelajaran berlangsung secara sistematis. Murid tidak hanya memperoleh materi secara digital, tetapi juga diarahkan untuk terlibat dalam proses memahami masalah, melakukan penyelidikan, berdiskusi, menyusun solusi, menyajikan hasil, dan melakukan refleksi terhadap proses pemecahan masalah. Hal tersebut sesuai dengan tujuan pengembangan LMS, yaitu menyediakan lingkungan pembelajaran yang mendukung peningkatan keterampilan problem solving pada materi Struktur Data.

Tahap Implementasi

LMS yang telah dikembangkan dan divalidasi diujicobakan pada kelas eksperimen (2 pertemuan menggunakan LMS berbasis PBL) dan kelas kontrol (pembelajaran konvensional). Pada kelas eksperimen, murid mengerjakan pretest, mempelajari materi digital, berdiskusi melalui fitur Forum, menyelesaikan studi kasus secara berkelompok, mengunggah hasil pekerjaan melalui fitur Assignment, mempresentasikan hasil, melakukan refleksi, dan mengerjakan posttest melalui LMS. Pada kelas kontrol, tahapan serupa dilaksanakan secara konvensional menggunakan LKPD cetak dan diskusi tatap muka tanpa dukungan LMS.

Tahap Evaluasi

Kelayakan LMS dinilai melalui validasi ahli media, ahli materi, ahli soal, dan ahli RPM. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Validasi

Aspek Validasi	Persentase Kelayakan	Kategori
Media	85%	Sangat Layak
Soal	85%	Sangat Layak
Materi	91,66%	Sangat Layak
RPM	92%	Sangat Layak

Seluruh aspek validasi memperoleh persentase kelayakan di atas 81%, sehingga LMS EDU-7 CONNECT dinyatakan "Sangat Layak" digunakan sebagai media pembelajaran. Kelayakan fungsional sistem diperkuat melalui black box testing terhadap 25 test case, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Black Box Testing

Sisi Pengujian	Jumlah Test Case	Status Valid
Sisi Murid	12	12 Valid
Sisi Guru	13	13 Valid
Total	25	25 Valid

Seluruh 25 *test case*, baik dari sisi murid maupun guru, dinyatakan valid dan berjalan sesuai output yang diharapkan, sehingga secara fungsional LMS dinyatakan siap diujicobakan kepada pengguna. Keefektifan LMS diukur dari peningkatan nilai pretest dan posttest keterampilan *problem solving* murid, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Pretest dan Posttest

Kelompok	Jumlah Murid	Rata-Rata Pretest	Rata-Rata Posttest	Peningkatan
Eksperimen	36	55,28	88,81	33,53
Kontrol	37	57,30	81,92	24,62

Kelompok eksperimen mengalami peningkatan rata-rata nilai sebesar 33,53 poin, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang meningkat 24,62 poin. Berdasarkan posttest, sebanyak 34 dari 36 murid (94,44%) pada kelompok eksperimen mencapai nilai di atas KKM, sedangkan pada kelompok kontrol hanya 25 dari 37 murid (67,57%).

Tests of Normality

Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
kelas	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
posttest 1	.126	36	.157	.935	36	.036	
2	.152	37	.031	.793	37	.000	

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 7. Uji Normalitas Posttest

Ranks

kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
posttest 1	36	43.17	1554.00
2	37	31.00	1147.00
Total	73		

Test Statistics^a

	posttest
Mann-Whitney U	444.000
Wilcoxon W	1147.000
Z	-2.453
Asymp. Sig. (2-tailed)	.014

a. Grouping Variable: kelas

Gambar 7. Uji Mann Whitney U

Uji normalitas menunjukkan data posttest tidak berdistribusi normal (Sig. < 0,05 pada Shapiro-Wilk), sehingga pengujian keefektifan menggunakan uji nonparametrik Mann-Whitney U. Hasil uji menunjukkan nilai Mann-Whitney U sebesar 444,000, Z sebesar -2,453, dan Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,014 (< 0,05), sehingga H₀ ditolak dan H₁ diterima. Mean Rank kelompok eksperimen (43,17) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (31,00), yang menunjukkan bahwa LMS EDU-7 CONNECT berbasis PBL efektif meningkatkan keterampilan problem solving murid dibandingkan pembelajaran konvensional.

Pembahasan

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa LMS EDU-7 CONNECT berbasis PBL memenuhi kriteria sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran, dengan persentase kelayakan antara 85% hingga 92% pada seluruh aspek yang dinilai (Mansur, Hamsi and Utama, 2021). Hasil ini sejalan dengan penelitian (Ismia, 2025) dan (Rosmiati et al., 2021) yang menunjukkan bahwa pengembangan LMS dapat menghasilkan media pembelajaran yang memenuhi standar kualitas. Tingginya penilaian pada aspek *usability* menunjukkan bahwa LMS telah dirancang dengan memperhatikan kemudahan penggunaan dan pengalaman pengguna (Maslov et al., 2021; Purnawan et al., 2021), sementara hasil *black-box testing* yang seluruhnya valid memperkuat kelayakan LMS dari sisi fungsionalitas sistem (Kristara et al., 2021; Zen et al., 2024).

Selain layak digunakan, LMS berbasis PBL juga terbukti efektif meningkatkan keterampilan problem solving murid, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai signifikansi uji Mann-Whitney U sebesar 0,014 ($p < 0,05$). Rata-rata nilai posttest kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, sejalan dengan temuan observasi berupa meningkatnya partisipasi murid dalam diskusi dan

penyelesaian studi kasus melalui fitur forum, materi digital, dan penugasan berbasis masalah pada LMS. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Ningsih & Anggraini, 2023), (Budianto, 2021), dan (Pongoliu, 2025) yang menunjukkan bahwa penerapan PBL mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan keterlibatan murid, serta memperkuat temuan (Aslan, 2021) dan (Ramdhani et al., 2021) bahwa penerapan PBL dalam pembelajaran daring dan LMS dapat mendorong kemampuan pemecahan masalah, interaksi, komunikasi, serta keterlibatan murid melalui aktivitas diskusi dan penyelesaian masalah.

Temuan ini juga dapat dijelaskan melalui perspektif *computational thinking*, yaitu tahapan *decomposition*, *pattern recognition*, *abstraction*, dan *algorithm design* (Wu et al., 2024). Selama pembelajaran, murid dihadapkan pada studi kasus yang menuntut identifikasi karakteristik masalah, pemilihan struktur data yang sesuai, penyusunan langkah penyelesaian, serta evaluasi solusi, sejalan dengan pendapat (Susino et al., 2024) bahwa penguasaan materi Struktur Data memerlukan kemampuan mempertimbangkan *trade-off* setiap struktur data sebelum menentukan solusi yang tepat.

Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu pengembangan LMS hanya difokuskan pada materi Struktur Data, subjek penelitian terbatas pada satu sekolah dengan dua kelas, serta implementasi hanya berlangsung dua kali pertemuan, sehingga dampak jangka panjang penggunaan LMS berbasis PBL belum dapat diketahui secara menyeluruh.

KESIMPULAN

LMS EDU-7 CONNECT berbasis Problem Based Learning berhasil dikembangkan menggunakan model ADDIE dan dinyatakan sangat layak berdasarkan hasil validasi ahli media (85%), ahli soal (85%), ahli materi (91,66%), dan ahli RPM (92%), serta didukung hasil black box testing yang menunjukkan 25 dari 25 test case valid. Hasil uji Mann-Whitney U menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,014 ($< 0,05$), dengan rata-rata posttest kelompok eksperimen sebesar 88,81 (meningkat 33,53 poin) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar 81,92 (meningkat 24,62 poin). Dengan demikian, LMS EDU-7 CONNECT berbasis Problem Based Learning terbukti valid, layak, dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan problem solving murid kelas X TKJ pada materi Struktur Data di SMK Negeri 7 Surabaya, serta berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran digital yang mendukung pembelajaran berpusat pada murid.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslan, A. (2021). Problem- based learning in live online classes: Learning achievement, problem-solving skill, communication skill, and interaction. *Computers & Education*, 171, 104237. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104237>
- Budianto, U. T. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Motivasi Siswa. 8(3), 338–344.
- Estiana, N. A., Lestari, G., Yulianingsih, W., & Masitha, K. (2023). Implementation of problem-based learning model in learning biology in the equality program. *Edukasi*, 17(2), 140–149. <https://doi.org/10.15294/edukasi.v17i2.48376>
- Fazreen, N., Jalaluddin, M., & Said, C. S. (2022). Kesan metodologi TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran: Effects of TRIZ Methodology on Problem Solving Skills among Computing Students. *Journal of ICT in Education*, 9(1), 61–76.

<https://doi.org/10.37134/JICTIE.VOL9.1.6.2022>

- Garcia, M. B. (2021). Cooperative learning in computer programming: A quasi-experimental evaluation of Jigsaw teaching strategy with novice programmers. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4839–4856. <https://doi.org/10.1007/S10639-021-10502-6>
- Ismia, R. (2025). Pengembangan LMS PBL untuk Meningkatkan Kompetensi Network Engineer dan Berpikir Kritis Siswa TKJ di SMK Negeri 2 Lamongan. 10(3), 131–143.
- Kale, U., & Yuan, J. (2021). Still a New Kid on the Block? Computational Thinking as Problem Solving in Code.org. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4), 620–644. <https://doi.org/10.1177/0735633120972050;PAGE=STRING:ARTICLE/CHAPTER>
- Kania, N., & Ratnawulan, N. (2022). Kompetensi Matematika: Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Menurut Polya. *Journal of Research in Science and Mathematics Education*, 1(1), 17–26. <https://doi.org/10.56855/JRSME.V1I1.10>
- Khakim, N., Santi, N. M., Bahrul, A., Assalami, U., & Putri, E. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar PPKn Di SMP YAKPI 1 DKI. 2(2), 347–358.
- Kristara, F. S., Kanuraga, G., Rohmat, R., Yansah, D., Saifudin, A., Yulianti, Y., Kristara, F. S., Kanuraga, G., Rohmat, R., Yansah, D., Saifudin, A., & Yulianti, Y. (2021). Pengujian Kualitas Aplikasi Web E-Learning Universitas Pamulang Menggunakan Metode Black Box. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 6(2), 225–231. <https://doi.org/10.32493/INFORMATIKA.V6I2.8635>
- Lonergan, R., Cumming, T. M., & O'Neill, S. C. (2022). Exploring the efficacy of problem-based learning in diverse secondary school classrooms: Characteristics and goals of problem-based learning. *International Journal of Educational Research*, 112, 101945. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101945>
- Mansur, Hamsi and Utama, A. H. (2021). Implementasi Sumber Belajar Berbasis Learning Management System (LMS) Edmodo untuk Meningkatkan Kinerja Dosen Prodi Teknologi Pendidikan FKIP ULM Banjarmasin. 2(1), 51–60.
- Maqfiroh, S. L., Nizaruddin, N., Harun, L., & Handayani, D. (2024). Meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui Problem Based Learning terintegrasi Culturally Responsive Teaching. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 40230–40236. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/19864>
- Maslov, I., Nikou, S., & Hansen, P. (2021). Exploring user experience of learning management system. *International Journal of Information and Learning Technology*, 38(4), 344–363. <https://doi.org/10.1108/IJILT-03-2021-0046>
- Musthofa, T. F., Rejekiingsih, T., & Sukmawati, F. (2023). Penggunaan Learning Management System (LMS) sebagai pembelajaran jarak jauh. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 11(3). <https://doi.org/10.20961/jkc.v11i3.80235>
- Ningsih, E., & Anggraini, R. D. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VII-E SMP Negeri 23 Pekanbaru. 07(58), 2250–2260.
- Nugroho, R., Hidayat, E., & Prasetyo, E. (2021). Pemanfaatan media sosial untuk analisis opini publik terhadap kebijakan pemerintah. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 10(2), 256–266.

<https://doi.org/10.23887/jish-undiksha.v10i2.32456>

- Pongoliu, Y. H. (2025). Peran Metode Problem-Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika pada Siswa SDN 1 Limboto Kabupaten Gorontalo. 3(4), 4820–4827.
- Purnawan, I. P. A., Darma Putra, I. K. G., & Rusjyanthi, N. K. D. (2021). Evaluasi Usability dan User Experience LMS OASE Universitas Udayana Menggunakan Metode Tuxel 2.0. Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI, 10(3), 177–190. <https://doi.org/10.23887/janapati.v10i3.40670>
- Ramdhani, M., Aprillia, B. S., & Kustiawan, I. (2021). The Effectiveness of Problem-Based Learning Based on the Learning Management System on Critical Thinking Skills of Electronics Course Students. INVOTEC, 17(2), 158–166. <https://doi.org/10.17509/INVOTEC.V17I2.37699>
- Riyani, P., Sampoerno, P. D., & Santi, V. M. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning berbantuan Google Classroom terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa. JURNAL RISET PEMBELAJARAN MATEMATIKA SEKOLAH, 5(2), 27–34. <https://doi.org/10.21009/JRPMS.052.03>
- Rosmiati, U., Supratman, S., & Madawistama, S. T. (2021). ELMA (E-Learning for Matheatics): Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis LMS (Learning Management System) sebagai Alternatif Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19. JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika), 10(2), 163. <https://doi.org/10.25273/JIPM.V10I2.10051>
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Issue January).
- Susino, S. A., Fitri, E., & Sari, P. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas X SMA. 08, 53–61.
- Sutowiyono, B., Astuti, D. F. W., Kurniawan, Miftah, M., Setiawan, R., Hermawan, A., Sobran, M., Efriyanto, S., Nizomi, A. S., Sepangan, A., & Astofa, A. (2024). Pengenalan algoritma dan pemrograman dasar serta implementasi struktur data sederhana. APPA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2(6), 687–690.
- 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>
- Wu, T., Asmara, A., & Huang, Y. (2024). Identification of Problem-Solving Techniques in Computational Thinking Studies : Systematic Literature Review. 1, 1–20. <https://doi.org/10.1177/21582440241249897>
- Zen, M., Irwan, I., Hafni, H., & Ananda, M. D. P. (2024). Implementasi dan Pengujian Menggunakan Metode BlackBox Testing Pada Sistem Informasi Tracer Study. Bulletin of Computer Science Research, 4(4), 327–340. <https://doi.org/10.47065/BULLETINCSR.V4I4.359>