

TRANSFORMASI DIGITAL DAN EFEKTIVITAS BELAJAR: PENGEMBANGAN SISTEM E-LEARNING SEBAGAI ARSITEKTUR PEDAGOGIS BARU DI SMA MUHAMMADIYAH 2 PALANGKA RAYA.

Digital Transformation and Learning Effectiveness: Development of an E-Learning System as a New Pedagogical Architecture at SMA Muhammadiyah 2 Palangka Raya

Miftahurrizqi¹

Setio Ardy
Nuswantoro^{2*}

¹Universitas Muhammadiyah
Palangkaraya, Palangka Raya,
Kalimantan Tengah, Indonesia

² Universitas Muhammadiyah
Palangkaraya, Palangka Raya,
Kalimantan Tengah, Indonesia

*email: Setioardy@gmail.com

Abstrak

Ketergantungan pada pembelajaran tatap muka dan distribusi tugas manual melalui media sosial di SMA Muhammadiyah 2 Palangka Raya mengakibatkan inefisiensi administrasi dan terbatasnya fleksibilitas belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem e-learning berbasis web yang memenuhi standar kegunaan (usability) dan efektivitas pedagogis guna mengatasi permasalahan tersebut. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan tahapan analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian. Pengujian kelayakan sistem dilakukan menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS), sedangkan efektivitas pembelajaran diukur menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest dengan analisis N-Gain dan Paired Sample T-Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem memperoleh skor SUS rata-rata 78,38 (Kategori Good), di mana kelompok guru memberikan respons sangat positif dengan skor 80,50 (Excellent) berkat efisiensi fitur manajemen nilai. Dari sisi pedagogis, terdapat peningkatan hasil belajar yang signifikan (Sig. 0.000) dengan skor N-Gain sebesar 0,58 (Kategori Sedang). Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem e-learning yang dikembangkan terbukti valid, praktis, dan efektif sebagai solusi pembelajaran digital yang adaptif di lingkungan sekolah menengah.

Kata Kunci:

E-learning
Sistem Informasi Web
System Usability Scale (SUS)
N-Gain
Efektivitas Pembelajaran

Keywords:

E-learning
Web Information System
System Usability Scale (SUS)
N-Gain
Learning Effectiveness

Abstract

The reliance on face-to-face learning and manual assignment distribution via social media at SMA Muhammadiyah 2 Palangka Raya has led to administrative inefficiencies and limited student learning flexibility. This study aims to develop a web-based e-learning system that meets usability standards and pedagogical effectiveness to address these issues. The research method utilized a Research and Development (R&D) approach, comprising analysis, design, implementation, and testing phases. System feasibility was tested using the System Usability Scale (SUS) instrument, while learning effectiveness was measured using a One-Group Pretest-Posttest design analyzed via N-Gain and Paired Sample T-Test. The results showed that the system achieved an average SUS score of 78.38 (Good Category), with the teacher group providing a highly positive response of 80.50 (Excellent) due to the efficiency of the grade management feature. Pedagogically, there was a significant improvement in learning outcomes (Sig. 0.000) with an N-Gain score of 0.58 (Medium Category). This study concludes that the developed e-learning system is valid, practical, and effective as an adaptive digital learning solution in the secondary school environment.



©2026 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, khususnya dalam proses pembelajaran (Bernal, 2024; Nuswantoro, 2023). Perkembangan ini menuntut adaptasi metode pengajaran yang lebih dinamis (Bashir & Lapshun, 2025; Kumar, 2024). E-learning memungkinkan peserta didik mengakses materi pembelajaran secara fleksibel, berinteraksi dengan guru maupun sesama siswa melalui media digital (Asrifan et al., 2025), serta memperoleh pengalaman belajar yang lebih mandiri (Mohammed & Ismail, 2024; Ovtšarenko, 2025). Dalam konteks pendidikan menengah, penerapan e-learning menjadi bagian strategi transformasi digital menuju sistem pembelajaran berkelanjutan (Francisca et al., 2024; Puspaningrum et al., 2021).

SMA Muhammadiyah 2 Palangka Raya sebagai salah satu sekolah swasta di Kalimantan Tengah telah berupaya mengintegrasikan teknologi. Namun, observasi awal menunjukkan penggunaan media digital masih terbatas dan belum terintegrasi. Guru cenderung memanfaatkan aplikasi perpesanan atau platform eksternal secara sporadis tanpa standar

jas. Akibatnya, dokumentasi interaksi pembelajaran tidak tertata dan evaluasi masih konvensional. Kondisi ini mengindikasikan perlunya sistem e-learning yang terpusat dan sesuai dengan karakteristik sekolah.

Penelitian terdahulu memang menunjukkan dampak positif e-learning. (Tiasuti et al., 2024) menemukan bahwa LMS berbasis Moodle meningkatkan partisipasi siswa sebesar 92,5%. Namun, studi tersebut berfokus pada implementasi platform opensource besar yang seringkali memiliki fitur terlalu kompleks dan membutuhkan spesifikasi server tinggi yang belum tentu sesuai dengan sumber daya sekolah menengah berskala kecil hingga menengah. Di sisi lain, (Ariannor & Abidah, 2022) menekankan pentingnya user experience (UX), di mana sistem yang terlalu rumit justru menurunkan tingkat adopsi guru. Studi (Herdianysah & Budiyanto, 2025) juga mengonfirmasi bahwa sistem yang diadaptasi dengan konteks lokal lebih berhasil daripada sistem generik. Kelemahan utama dari penggunaan LMS umum (seperti Moodle atau Google Classroom) di konteks lokasi penelitian adalah kurangnya fleksibilitas dalam integrasi dengan format pelaporan nilai sekolah dan alur administrasi lokal yang spesifik.

Berdasarkan analisis tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) yang nyata. Mayoritas penelitian sebelumnya berfokus pada penggunaan LMS siap pakai (generik), namun masih sedikit yang mengembangkan sistem kustom yang disederhanakan (simplified) khusus untuk kebutuhan sekolah yang baru bertransformasi digital. Kekosongan inilah yang akan diisi oleh penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem e-learning berbasis web yang tidak hanya mendukung blended learning, tetapi juga dirancang spesifik mengatasi kendala kompleksitas fitur pada LMS umum. Fokus utama pengembangan meliputi kemudahan akses (usability), manajemen materi yang ringkas, serta pelaporan hasil belajar real-time yang sesuai standar sekolah (Adeniyi et al., 2024; Hakimi et al., 2024; Isakova, 2024).

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model Waterfall (Analisis Kebutuhan, Perancangan, Implementasi, Pengujian, serta Evaluasi) (Nuswantoro et al., 2025). Model ini dipilih karena sistematis dan cocok untuk menghasilkan produk teruji (Purba, 2021; Rumetna et al., 2022; Sri et al., 2021). Evaluasi dilakukan melalui desain quasi-experimental (pretest-posttest) dan pengukuran persepsi pengguna menggunakan System Usability Scale (SUS) (Wijayati, 2024).

METODOLOGI

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan sistem Waterfall. Model ini dipilih karena tahapannya yang sistematis dan linear, mulai dari analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan (Pressman, 2002).

Untuk mengukur efektivitas produk terhadap peningkatan hasil belajar siswa, penelitian ini menerapkan desain eksperimen Pre-experimental dengan bentuk One-Group Pretest-Posttest Design. Desain ini dipilih karena implementasi dilakukan pada satu kelas uji coba tanpa adanya kelas pembandingan (kontrol).

Tempat dan Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Muhammadiyah 2 Palangka Raya selama empat bulan (Juli–Oktober 2025). Subjek penelitian terdiri dari 10 orang guru dan 60 siswa kelas XI sebagai pengguna utama sistem. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan pertimbangan kelas tersebut memiliki akses perangkat yang memadai untuk uji coba.

Prosedur Pengembangan

Mengacu pada model Waterfall, tahapan penelitian bersifat sistematis dan linear dari analisis hingga implementasi (Prasetya et al., 2021; Rumetna et al., 2022; Teknologi & Open, 2023).

Adapun tahapan pengembangannya sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan: Mengidentifikasi kebutuhan fungsional (seperti fitur login, materi, ujian) dan non-fungsional melalui wawancara dan observasi.
2. Perancangan Sistem: Membuat desain Use Case, Database, dan antarmuka (mockup) menggunakan Figma.
3. Implementasi: Penulisan kode program (coding) menggunakan PHP, MySQL, dan Framework Laravel.
4. Pengujian: Melakukan Black Box Testing untuk fungsi dan User Acceptance Test (UAT) untuk kepuasan pengguna.
5. Evaluasi: Mengukur dampak penggunaan sistem terhadap hasil belajar siswa.



Gambar 1. Model Waterfall

Instrumen Penelitian

Pengumpulan data menggunakan instrumen non-tes dan tes yang telah melalui proses validasi:

1. Kuesioner System Usability Scale (SUS) Digunakan untuk mengukur tingkat kegunaan (usability) dan kepuasan pengguna. Instrumen ini mengadopsi standar (Brooke, 1995) yang terdiri dari 10 butir pertanyaan (5 positif dan 5 negatif) dengan skala Likert 1–5. Contoh butir pertanyaan meliputi: "Saya berpikir akan sering menggunakan sistem ini" (Positif) dan "Saya merasa sistem ini terlalu rumit untuk digunakan" (Negatif).
2. Tes hasil belajar berupa soal pilihan ganda yang diberikan sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) penggunaan sistem. Instrumen tes telah divalidasi secara konten (content validity) oleh guru mata pelajaran dan diuji reliabilitasnya untuk memastikan konsistensi alat ukur.
3. Pedoman wawancara digunakan pada tahap analisis awal untuk menggali kebutuhan fitur dari kepala sekolah dan guru.

Teknik analisis data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kelayakan sistem skor mentah SUS dihitung dan dikonversi menjadi nilai 0-100, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori adjective rating (seperti Good, Excellent).

Analisis Efektivitas Pembelajaran: Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan rumus N-Gain (Normalized Gain). Selain itu, untuk membuktikan signifikan perbedaan nilai, dilakukan uji statistik inferensial Paired Sample T-Test menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Hipotesis diterima jika nilai signifikan (p) < 0.05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Analisis Kebutuhan

Pengguna Tahap awal penelitian melibatkan observasi dan wawancara mendalam terhadap 10 guru dan 60 siswa di SMA Muhammadiyah 2 Palangka Raya. Identifikasi masalah menunjukkan bahwa proses penyampaian materi masih sangat bergantung pada pertemuan tatap muka, sehingga fleksibilitas belajar di luar jam sekolah sangat minim. Selain itu, mekanisme distribusi tugas dan evaluasi masih dilakukan secara manual atau parsial menggunakan WhatsApp, yang mengakibatkan manajemen nilai menjadi terfragmentasi dan rentan hilang.

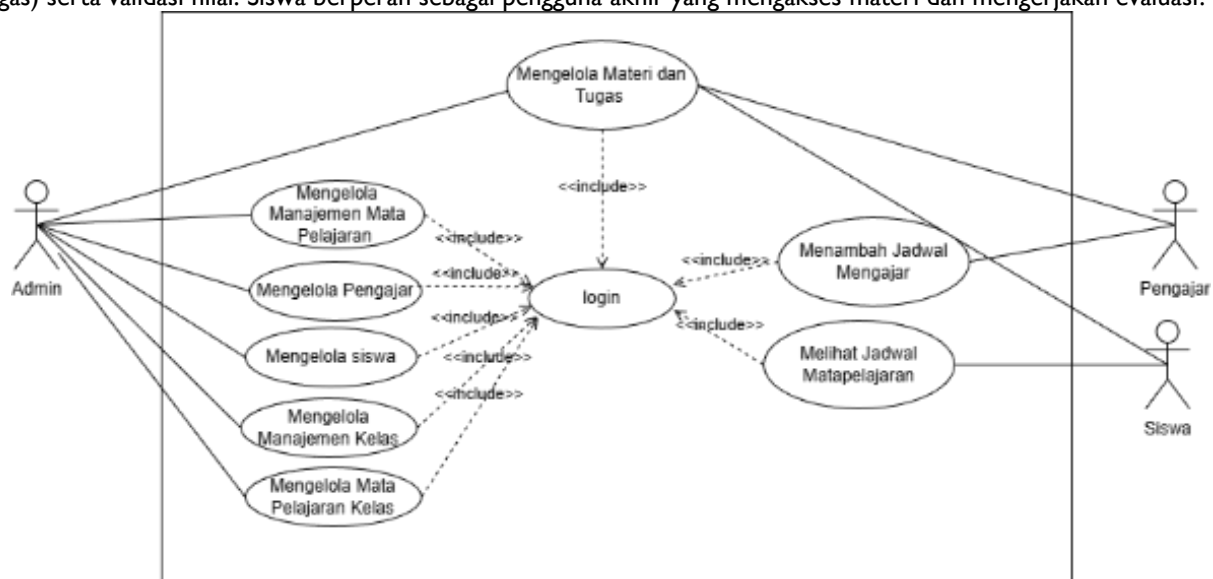
Berdasarkan permasalahan tersebut, dirumuskan spesifikasi kebutuhan sistem sebagai berikut:

1. Kebutuhan Fungsional: Sistem harus mengakomodasi tiga aktor utama. Admin membutuhkan fitur manajemen data induk. Guru membutuhkan fitur unggah materi (PDF/Video), pembuat soal ujian, dan rekap nilai otomatis. Siswa membutuhkan akses materi, pengerjaan tugas/ujian online, dan melihat riwayat nilai.
2. Kebutuhan Non-Fungsional: Sistem harus memprioritaskan aspek Usability (kemudahan penggunaan) dan Performance (kecepatan akses < 3 detik) mengingat infrastruktur sekolah yang beragam.

Hasil Perancangan Sistem

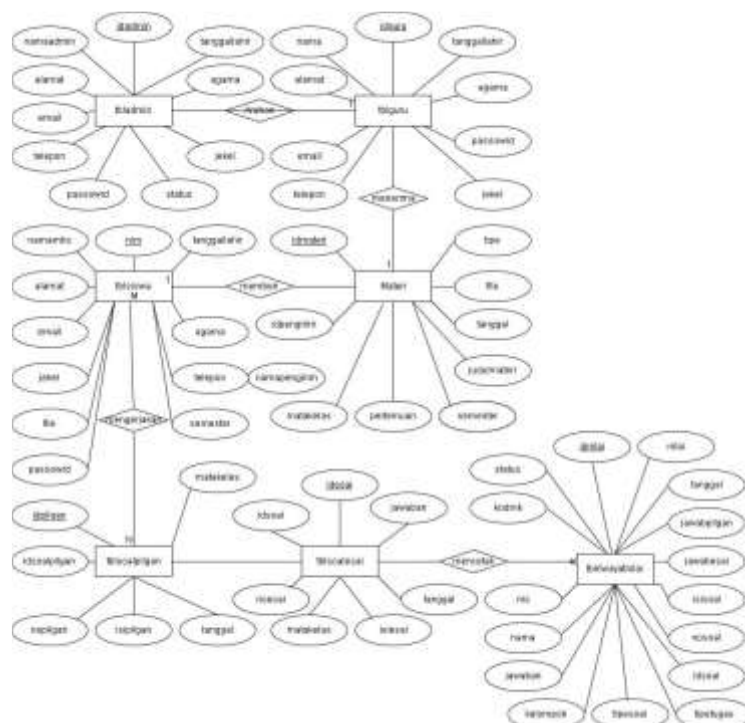
Perancangan sistem menerjemahkan kebutuhan tersebut ke dalam model visual UML (Unified Modeling Language) untuk memastikan logika sistem berjalan efektif.

Pemodelan Fungsional (Use Case Diagram) sistem dirancang dengan tiga aktor. Admin memiliki hak akses penuh untuk pengelolaan data master (Siswa, Guru, Mapel). Guru berfokus pada manajemen konten pembelajaran (CRUD Materi dan Tugas) serta validasi nilai. Siswa berperan sebagai pengguna akhir yang mengakses materi dan mengerjakan evaluasi.



Gambar 2. Usecase Diagram

Pemodelan Alur Proses (Activity Diagram) alur sistem dirancang sesederhana mungkin. Pada sisi siswa, alur dimulai dari pemilihan mata pelajaran, mengunduh materi, hingga mengerjakan kuis. Sistem secara otomatis akan memvalidasi jawaban dan menyimpan nilai ke database. Pada sisi guru, alur mencakup proses unggah bank soal, penentuan durasi ujian, hingga ekspor laporan nilai ke format Excel. Alur ini memangkas proses administrasi manual yang sebelumnya memakan waktu. Pemodelan Data (Entity Relationship Diagram/ERD): Struktur basis data dibangun untuk menjaga integritas data akademik.



Gambar 3. Entity Relationship Diagram

Seperti terlihat pada Gambar ERD, entitas utama meliputi TbIGuru, TbISiswa, TbIMateri, dan TbINilai. Relasi yang dibangun bersifat relasional, di mana TbINilai berfungsi sebagai entitas transaksi yang menghubungkan Siswa dengan Soal yang dikerjakan. Relasi One-to-Many diterapkan antara Guru dan Materi, artinya satu guru dapat menguasai banyak materi, namun satu materi spesifik dikelola oleh satu guru untuk akuntabilitas.

Implementasi Antarmuka Sistem

Sistem diimplementasikan berbasis web responsif untuk memudahkan akses melalui perangkat mobile siswa. Berikut adalah fitur-fitur utama yang dihasilkan:

1. Dashboard & Manajemen Materi

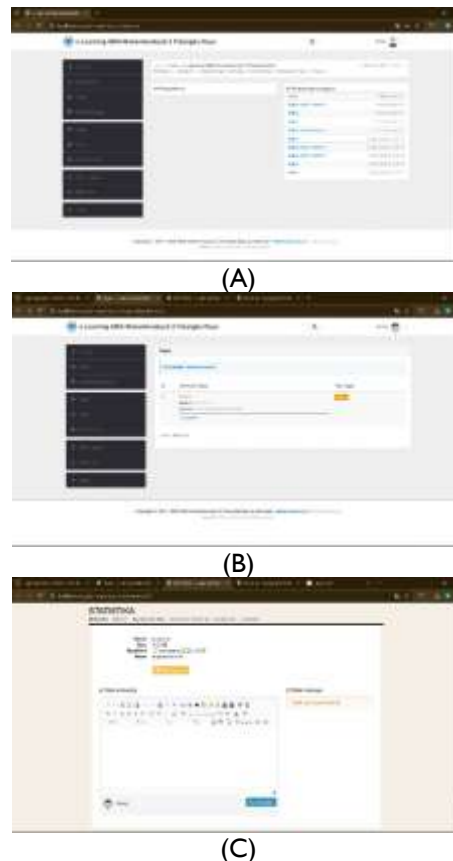
Halaman dashboard menyajikan ringkasan statistik siswa dan aktivitas terbaru. Fitur manajemen materi dilengkapi dengan Rich Text Editor yang memungkinkan guru menyisipkan teks, gambar, dan video pembelajaran.



Gambar 4. Halaman Dashboard Admin

2. Antarmuka Siswa (Materi & Tugas)

Sisi siswa dirancang dengan tampilan yang bersih (clean interface) untuk meminimalkan distraksi. Halaman Detail Tugas menampilkan informasi krusial seperti deskripsi instruksi, lampiran file, serta tenggat waktu (deadline) secara jelas. Fitur ini membantu siswa memahami prioritas pengerjaan tugas dan mengelola waktu belajar mereka dengan lebih efektif.



Gambar 5. Implementasi Antarmuka: (A) Dashboard Guru, (B) Input Tugas, (C) Halaman Tugas Siswa.

Hasil Pengujian Usability (SUS) Pengujian penerimaan pengguna (User Acceptance) dilakukan menggunakan instrumen standar System Usability Scale (SUS) kepada 70 responden (10 Guru, 60 Siswa). Rekapitulasi hasil perhitungan skor disajikan pada .

Tabel 1. Hasil Perhitungan Skor System Usability Scale

Responden	Jumlah (N)	Rata-rata Skor SUS	Kategori (Adjective Rating)
Guru	10	80,50	Excellent
Siswa	60	76,25	Good
Rata-rata Total	70	78,38	Good

Data **Tabel 1** menunjukkan skor rata-rata 78,38. Berdasarkan interpretasi SUS (Bangor et al., 2009), skor di atas 70 masuk kategori "Good" dan "Acceptable". Skor guru yang mencapai predikat Excellent (80,50) mengindikasikan bahwa fitur manajemen nilai otomatis sangat membantu meringankan beban kerja mereka.

Hasil Analisis Efektivitas

Pembelajaran Sesuai dengan metodologi eksperimen, efektivitas sistem diukur melalui perbandingan nilai Pretest dan Posttest. Analisis dilakukan menggunakan uji N-Gain dan Uji Beda (T-Test).

Tabel 2. Rekapitulasi N-Gain dan Uji T-Test

Data	Rata-rata (Mean)	N-Gain	Kategori N-Gain	Sig. (2-tailed)
Pretest	58,40	0,58	Sedang	0.000
Posttest	82,60			

Tabel 2 menunjukkan peningkatan signifikan. Rata-rata nilai siswa naik sebesar 24,20 poin (dari 58,40 menjadi 82,60). Nilai N-Gain 0,58 menunjukkan efektivitas kategori "Sedang". Hasil uji Paired Sample T-Test menunjukkan nilai signifikan $(p)=0.000<0.05$, yang berarti hipotesis diterima: penggunaan sistem e-learning berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar.

B. Pembahasan

Tinjauan Aspek Teknis dan Usability

Hasil penelitian ini berhasil mengembangkan sistem e-learning yang memenuhi standar kualitas perangkat lunak. Skor SUS sebesar 78,38 membuktikan bahwa desain antarmuka yang sederhana dan familiar berhasil diadopsi oleh pengguna sekolah. Hal ini menjawab tantangan yang disebutkan oleh (Anrahvi et al., 2024) bahwa kompleksitas antarmuka sering menjadi penghambat utama adopsi teknologi di sekolah. Secara teknis, struktur database yang dirancang (seperti pada

ERD) terbukti mampu menangani integritas data relasional antara materi, soal, dan nilai tanpa redundansi. Fitur manajemen nilai otomatis yang paling diapresiasi oleh guru (skor SUS 80,50) membuktikan bahwa sistem ini berhasil memecahkan masalah inefisiensi administrasi manual yang ditemukan pada tahap analisis awal.

Tinjauan Aspek Pedagogis

Temuan peningkatan hasil belajar yang signifikan (Sig. 0.000) dengan kategori N-Gain "Sedang" sejalan dengan penelitian (Rahmafani & Sulistyaningrum, 2025) yang menyatakan media pembelajaran berbasis web efektif meningkatkan kognisi siswa. Efektivitas ini didorong oleh dua faktor kunci dalam sistem:

1. **Fleksibilitas Akses (Asynchronous Learning)**
Siswa dapat mengunduh materi dan mengulanginya di rumah. Ini mengatasi kelemahan pembelajaran tatap muka yang terbatas waktu.
2. **Umpan Balik Segera (Immediate Feedback)**
Fitur ujian online memberikan nilai langsung. Umpan balik cepat ini memungkinkan siswa segera mengetahui letak kesalahannya, sebuah proses yang sulit dicapai dengan metode ulangan kertas konvensional yang butuh waktu koreksi lama.

Meskipun demikian, kategori N-Gain yang masih "Sedang" (belum "Tinggi") menjadi catatan evaluasi. Hal ini mengindikasikan bahwa sekadar memindahkan materi ke format digital belum cukup. Diperlukan pengembangan konten yang lebih interaktif (seperti simulasi atau gamifikasi) di masa depan untuk memaksimalkan potensi hasil belajar siswa.

Implikasi Praktis

Penelitian ini memberikan kontribusi praktis berupa model sistem pembelajaran yang tailor-made (sesuai kebutuhan lokal). Sekolah tidak perlu memaksakan penggunaan LMS (Learning Management System) global yang kompleks dan berbayar mahal. Sistem mandiri dengan fitur esensial (Materi, Ujian, Nilai) terbukti lebih efektif dan efisien untuk lingkungan sekolah menengah dengan sumber daya terbatas.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa implementasi sistem e-learning berbasis web merupakan solusi efektif untuk mengatasi rigiditas pembelajaran konvensional di SMA Muhammadiyah 2 Palangka Raya. Sintesis hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai repositori materi, tetapi secara empiris mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan (Sig.0.000) dengan kategori peningkatan Sedang (N-Gain 0,58), serta memiliki tingkat penerimaan pengguna yang baik (Skor SUS 78,38).

Kontribusi Teoritis: Secara teoritis, penelitian ini memperkuat bukti bahwa desain antarmuka yang mengutamakan usability dan fitur umpan balik segera (immediate feedback) merupakan variabel determinan dalam kesuksesan adopsi teknologi pendidikan di lingkungan sekolah menengah. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas e-learning tidak semata-mata bergantung pada kecanggihan fitur, melainkan pada kemudahan akses dan relevansi pedagogis.

Implikasi dan Saran: Implikasi praktis penelitian ini adalah tersedianya model pembelajaran blended yang efisien untuk memangkas beban administrasi guru. Sebagai rekomendasi pengembangan, penelitian selanjutnya disarankan untuk tidak hanya memperluas ruang lingkup implementasi, tetapi juga mengintegrasikan fitur Learning Analytics atau kecerdasan buatan (AI) untuk memetakan pola belajar siswa secara personal (adaptive learning).

REFERENSI

- Adeniyi, I. S., Mohd, N., Hamad, A., Adewusi, O. E., Chioma, C., Osawaru, B., Onyebuchi, C. N., Omolawal, S. A., Aliu, A. O., & David, I. O. (2024). *E-learning platforms in higher education : A comparative review of the USA and Africa*.
- Anrahvi, R., Pratama, N., & Stevani, S. (2024). Penerapan Metode System Usability Scale (SUS) dalam Mengukur Kepuasan Mahasiswa terhadap Website Direktori Akademik. *Indonesian Journal of Business Economics and Management*, 3, 74–80. <https://doi.org/10.57152/ijbem.v3i2.2020>
- Ariannor, W., & Abidah, S. (2022). Evaluasi User Experience Sistem E-Learning Menerapkan User Experience Questionnaire. *Jutisi : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 11(2), 383. <https://doi.org/10.35889/jutisi.v11i2.902>
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *J. Usability Stud.*, 4, 114–123.
- Bashir, S., & Lapshun, A. L. (2025). E-learning future trends in higher education in the 2020s and beyond. *Cogent Education*, 12(1), 2445331. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2445331>
- Bernal, M. E. (2024). *Revolutionizing eLearning Assessments : The Role of GPT in Crafting Dynamic Content and Feedback*. 188–199.
- Brooke, J. (1995). SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, 189.
- Francisca, G., Aryee, B., Amoadu, M., Obeng, P., Sarkwah, H. N., Malcalm, E., Abraham, S. A., Baah, J. A., Agyare, D. F., & Banafo, N. E. (2024). Human Resources for Health Effectiveness of eLearning programme for capacity building of healthcare professionals : a systematic review. *Human Resources for Health*. <https://doi.org/10.1186/s12960-024-00924-x>
- Hakimi, N., Hakimi, M., Hejran, M., & Quraishi, T. (2024). *Challenges and Opportunities of E-Learning for Women ' s Education in Developing Countries : Insights from Women Online University*. 1, 57–69.
- Herdianysah, A., & Budiyanto, A. (2025). Rancang Bangun Sistem E-Learning Berbasis Web Framework Codeigniter Pada Sekolah Menengah Kejuruan. *JIKA (Jurnal Informatika) Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 9(2), 247–253.

- Iskakova, M. (2024). *Prospects for Using E-Learning Tools to Implement the Concept of “Lifelong Learning.”* 2, 80–101.
- Kumar, N. (2024). *Innovative Approaches of E-Learning in College Education : Global Experience.* 2, 36–51.
- Mohammed, A., & Ismail, A. (2024). *Exploring the Levels of eLearning Interactivity : A Review of Research Literature.* 6798, 2997–3024.
- Nuswantoro, S. A. (2023). Mobile Learning Kreatif: Meretas Batasan Pembelajaran dalam Mata Kuliah Komunikasi dalam Advokasi: Creative Mobile Learning: Breaking Learning Boundaries in the Course of “Communication in Advocacy”. *Bitnet: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 8(2 SE-Articles), 77–85. <https://doi.org/10.33084/bitnet.v9i1.5366>
- Nuswantoro, S. A., Sutami, S., & Prasetya, P. B. (2025). Pengembangan Sistem Pemesanan Tiket Bus Online Berbasis Web dan Mobile Pada PO. Logos: Development of an Online Bus Ticket Reservation System Based on Web and Mobile for PO. Logos. *Jurnal Sains Komputer Dan Teknologi Informasi*, 7(2 SE-Articles), 43–49. <https://doi.org/10.33084/jsakti.v7i2.9664>
- Ovtšarenko, O. (2025). Innovative techniques for e-learning log data processing: Trends and methods. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10(5), 100765. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100765>
- Prasetya, K. D., Suharijito, & Pratama, D. (2021). Effectiveness Analysis of Distributed Scrum Model Compared to Waterfall approach in Third-Party Application Development. *Procedia Computer Science*, 179, 103–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.014>
- Pressman, R. S. (2002). *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktis (Buku 1)*. Software Engineering: A Practitioner’s Approach 7th.
- Purba, R. A. (2021). *Application design to help predict market demand using the waterfall method.* 11(3), 140–149.
- Puspaningrum, A. S., Susanto, E. R., & Neneng, N. (2021). Penerapan Dan Pelatihan e-Learning Pada SMA Tunas Mekar Indonesia. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 2(2), 91–100. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v2i2.34>
- Rahmafani, E., & Sulistyaningrum, H. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Google Sites untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 9, 1238–1249. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i3.4363>
- Rumetna, M. S., Lina, T. N., Rajagukguk, I. S., & Pormes, F. S. (2022). *Payroll Information System Design Using Waterfall Method.* 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.25008/ijadis.v3i1.1227>
- Sri, H., Yudha, N., Putra, D., Fuadi, F. H., & Abdul, F. D. (2021). *Application of the Waterfall Method on a Web-Based Job Training Management Information System at Trunojoyo University Madura.* 4026.
- Teknologi, J., & Open, D. A. N. (2023). *Application of Waterfall Method In Design Of Web-Based Library Information System Program Case Study at Elementary School Warungnangka Kabupaten Subang.* 6(1), 72–85. <https://doi.org/10.36378/jtos.v6i1.3065>
- Tiastuti, E. R., Maruti, E. S., Budiarti, M., & Putri, W. S. (2024). Efektivitas Penerapan Learning Management System Berbasis Moodle Terhadap Partisipasi Belajar Siswa MIN 01 Kota Madiun. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 7(2), 181. <https://doi.org/10.31764/pendekar.v7i2.24246>
- Wijayati, ida I. W. W. (2024). *Efektivitas Media Augmented Reality (AR) Berbasis.* 4(04), 487–509.