

Sistem Informasi E-Learning Berbasis Web dengan Fitur Monitoring Multi-Peran pada SMP Ibrahimy 2 Sukorejo

Web-Based E-Learning Information System with Multi-Role Monitoring Feature at SMP Ibrahimy 2 Sukorejo

Rosita Natania Maulani¹, Achmad Baijuri², Firman Santoso³

^{1,2,3}*Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo*

Email: ¹rositanataniamaulani2901@gmail.com, ²bayubai@gmail.com, ³firman4bi@gmail.com

^{*}*Penulis Koresponden*

Received: 23 Mei 2026

Accepted: 11 Juli 2026

Published: 01 Agustus 2026



This work is licensed under
a [Creative Commons Attribution 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
Copyright (c) 2026 JUSTINDO

ABSTRAK

Pembelajaran di SMP Ibrahimy 2 Sukorejo masih berjalan secara konvensional, menyebabkan keterbatasan akses materi di luar jam sekolah dan minimnya monitoring pembelajaran. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem informasi *e-learning* berbasis web menggunakan metode *Waterfall*. Sistem mengakomodasi lima aktor (Admin, Guru, Siswa, Wali Kelas, Wakasek Kurikulum) dengan kebaruan berupa fitur monitoring multi-peran dan integrasi lima peran dalam satu platform. Fitur utama meliputi pengelolaan materi, pengelolaan tugas online, evaluasi UTS/UAS dengan perhitungan otomatis (Nilai Akhir = (Nilai Tugas+Nilai Ujian) / 2), notifikasi *real-time*, serta dashboard monitoring per peran. Pengujian fungsional menggunakan *Black Box Testing* terhadap 20 skenario uji pada 8 modul menghasilkan tingkat keberhasilan 100% (20/20 skenario sesuai hasil yang diharapkan). Pengujian usability menggunakan *System Usability Scale* (SUS) terhadap 15 responden menghasilkan skor rata-rata 81,3 yang dikategorikan *Excellent*. Sistem ini berhasil diimplementasikan sebagai platform digital terpadu yang mendukung proses belajar mengajar di SMP Ibrahimy 2 Sukorejo.

Kata kunci: *e-learning, sistem informasi, berbasis web, waterfall, monitoring multi-peran*

ABSTRACT

Learning at SMP Ibrahimy 2 Sukorejo is still conducted conventionally, resulting in limited material access outside school hours and minimal learning monitoring. This study designs and implements a web-based *e-learning* information system using the *Waterfall* method. The system accommodates five actors (Admin, Teacher, Student, Class Teacher, Curriculum Vice Principal), with novelty in multi-role monitoring features and integration of five roles in a single platform. Main features include learning material management, online assignment submission, UTS/UAS evaluation with automatic grade calculation (Final Grade = (Assignment Score + Exam Score) / 2), real-time notifications, and per-role monitoring dashboards. Functional testing using *Black Box Testing* on 20 scenarios across 8 modules yielded a 100% success rate (20/20 scenarios matched expected outcomes). Usability testing using *System Usability Scale* (SUS) with 15 respondents produced a mean score of 81.3, categorized as *Excellent*. The system was successfully implemented as an integrated digital platform supporting the teaching and learning process at SMP Ibrahimy 2 Sukorejo.

Keywords: *e-learning, information system, web-based, waterfall, multi-role monitoring*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi berdampak besar pada dunia pendidikan. Sistem e-learning berbasis web memungkinkan proses belajar dilakukan secara daring tanpa terbatas ruang dan waktu. Suwastini et al. (Suwastini, Dewi and Dantes, 2023) menunjukkan bahwa pembelajaran online memberikan fleksibilitas dan kemudahan akses yang signifikan bagi guru dan siswa dalam konteks pendidikan formal. Pei dan Wu (Gao *et al.*, 2021) melalui meta-analisis terhadap 50 studi juga mengkonfirmasi bahwa e-learning yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dibanding metode konvensional.

E-learning merupakan sistem pembelajaran yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk mendukung penyampaian materi, pengelolaan tugas, serta evaluasi pembelajaran. Brawijaya dan Widodo (2024) menegaskan bahwa implementasi sistem e-learning di sekolah terbukti mengoptimalkan proses pembelajaran dan meningkatkan efisiensi pengelolaan akademik (Brawijaya and Widodo, 2024). Sistem e-learning yang terintegrasi memungkinkan guru dan siswa berinteraksi, mengakses materi, mengerjakan tugas, serta melakukan penilaian secara online (Qomariah, 2025).

Kondisi di SMP Ibrahimy 2 Sukorejo menunjukkan bahwa pembelajaran masih menggunakan metode konvensional. Pembagian materi dan pengumpulan tugas masih dilakukan secara manual, Wakil Kepala Sekolah bidang Kurikulum kesulitan mengawasi pelaksanaan pembelajaran karena data belum tersimpan secara terpusat, dan Wali Kelas kesulitan memantau perkembangan belajar siswa di luar jam sekolah.

Gap Penelitian: Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem e-learning berbasis web menggunakan metode Waterfall (Setia and Setia, 2023). Namun, sistem-sistem tersebut umumnya hanya mengakomodasi tiga aktor (admin, guru, siswa) tanpa menyertakan peran monitoring tingkat sekolah. Belum ada penelitian yang mengintegrasikan fitur monitoring multi-peran, khususnya dashboard khusus Wali Kelas untuk memantau pengumpulan tugas dan perkembangan siswa, serta dashboard Wakasek Kurikulum untuk memantau ketercapaian kurikulum per mata Pelajaran dalam satu platform e-learning terpadu.

Novelty Penelitian: Kebaruan penelitian ini terletak pada dua aspek teknis: (1) Arsitektur sistem multi-peran dengan lima level akses (Admin, Guru, Siswa, Wali Kelas, Wakasek Kurikulum) yang terintegrasi dalam satu platform, di mana setiap peran memiliki dashboard dan fitur yang berbeda sesuai kebutuhan spesifiknya; (2) Fitur monitoring real-time dua level, Wali Kelas dapat memantau rekap pengumpulan tugas dan nilai seluruh siswa di kelasnya, sementara Wakasek Kurikulum dapat memantau ketercapaian kurikulum per guru dan per mata pelajaran. Kedua fitur ini belum ditemukan secara bersamaan pada sistem e-learning sekolah menengah dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini membangun sistem informasi e-learning berbasis web untuk SMP Ibrahimy 2 Sukorejo dengan fitur monitoring multi-peran menggunakan metode Waterfall (Fauzan, 2024).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan dengan pendekatan kualitatif yang dilakukan di SMP Ibrahimy 2 Sukorejo. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah Waterfall.

2.1. Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui: (1) Wawancara semi-terstruktur kepada 3 guru mata pelajaran dan 2 pihak manajemen sekolah; (2) Observasi langsung proses pembelajaran selama dua minggu; (3) Dokumentasi berupa data guru (10 orang), siswa (120 orang), jadwal pelajaran, silabus, dan contoh tugas; (4) Studi pustaka melalui jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu yang relevan.

2.2. Metode Pengembangan Sistem (*Waterfall*)

Metode Waterfall dipilih karena kebutuhan sistem di SMP Ibrahimy 2 Sukorejo bersifat jelas, stabil, dan terdokumentasi dengan baik sejak awal kondisi ideal untuk model pengembangan sekuensial. Dibandingkan dengan Agile yang cocok untuk kebutuhan yang berubah-ubah, atau Prototype yang

memerlukan iterasi berulang, *Waterfall* memungkinkan perencanaan terstruktur dan dokumentasi yang menyeluruh di setiap tahapan (Fawareh, 2024). Hal ini sesuai dengan penelitian Fawareh et al. (Fawareh, 2024) yang menyatakan bahwa Waterfall ideal untuk proyek dengan spesifikasi yang sudah dipahami sejak awal.

Tahapan *Waterfall* yang diterapkan: (1) *Requirement Analysis*, identifikasi 20 kebutuhan fungsional dari 5 aktor melalui wawancara dan observasi; (2) *System Design*, perancangan *arsitektur client-server*, basis data (10 tabel relasional), dan antarmuka menggunakan UML; (3) *Implementation*, pengembangan kode menggunakan PHP dan MySQL dengan total 44 file program; (4) *Integration and Testing*, pengujian *Black Box Testing* (20 skenario, 8 modul) dan *System Usability Scale* (15 responden); (5) *Maintenance*, pemeliharaan berkala meliputi backup basis data mingguan dan pembaruan data pengguna tiap awal tahun ajaran. Tahapan-tahapan metode waterfall ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

2.3. Analisis Masalah

Berdasarkan observasi dan wawancara, ditemukan lima permasalahan utama: (1) Belum tersedianya platform e-learning terintegrasi; (2) Penyampaian materi dan pengumpulan tugas masih manual; (3) Kesulitan monitoring kurikulum oleh Wakasek; (4) Wali Kelas kesulitan memantau perkembangan siswa; (5) Belum tersedia sistem evaluasi daring (UTS dan UAS).

2.4. Kebutuhan Fungsional Sistem

Kebutuhan fungsional diidentifikasi berdasarkan peran masing-masing aktor. Tabel 1 merangkum kebutuhan fungsional utama sistem:

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional Sistem

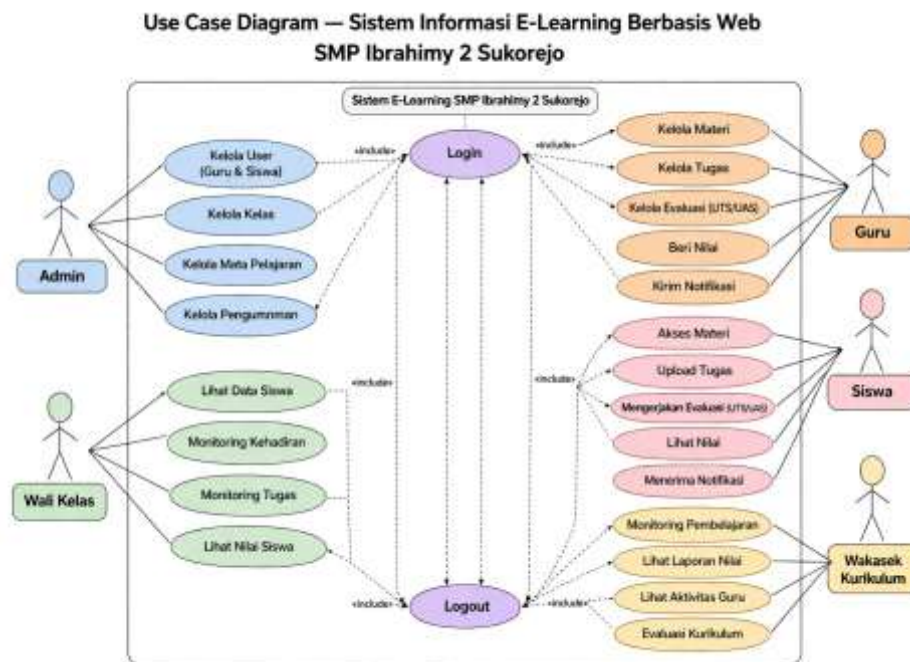
No	Aktor	Kebutuhan Fungsional
1	Admin	Mengelola data pengguna, kelas, dan mata pelajaran; memantau aktivitas sistem
2	Guru	Mengunggah materi, membuat tugas dengan deadline, menginput nilai UTS/UAS, mengirim notifikasi
3	Siswa	Mengakses materi, mengumpulkan tugas online, mengerjakan evaluasi, melihat nilai
4	Wali Kelas	Memantau status pengumpulan tugas, kehadiran, dan perkembangan belajar siswa di kelasnya
5	Wakasek Kurikulum	Memantau ketercapaian kurikulum per mata pelajaran, aktivitas guru, dan laporan nilai

2.5. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup *Use Case Diagram*, *Class Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Entity Relationship Diagram* (ERD). Sistem dibangun dengan arsitektur *client-server* berbasis web: pengguna mengakses sistem melalui browser, Apache memproses permintaan, PHP mengelola logika bisnis dan berkomunikasi dengan basis data MySQL, kemudian hasil dikembalikan ke browser pengguna.

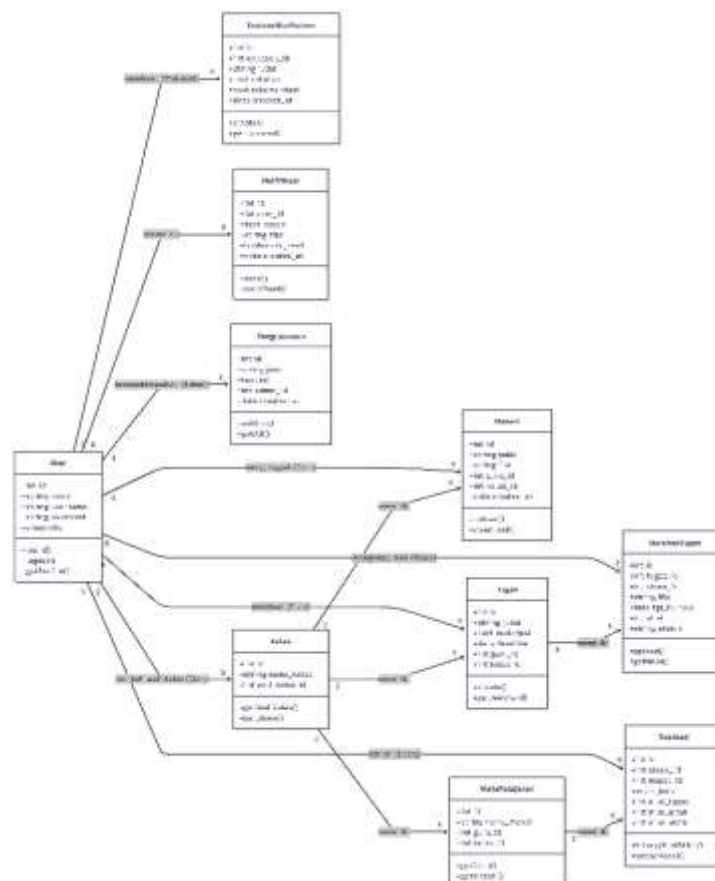
Use Case Diagram pada Gambar 2 menggambarkan interaksi antara lima aktor dengan sistem. Admin mengelola keseluruhan data pengguna, kelas, dan mata pelajaran. Guru mengelola materi, tugas, evaluasi, dan notifikasi. Siswa mengakses materi, mengumpulkan tugas, dan melihat nilai. Wali Kelas memantau data siswa di kelasnya. Wakasek Kurikulum memantau ketercapaian

kurikulum secara menyeluruh. Seluruh aktor mengakses sistem melalui mekanisme Login yang sama, dengan hak akses yang dibedakan berdasarkan role.



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem E-Learning

Class Diagram pada Gambar 3 menggambarkan struktur statis sistem yang terdiri dari 10 class utama: User, Materi, Tugas, JawabanTugas, Evaluasi, EvaluasiKurikulum, Notifikasi, Pengumuman, Kelas, dan MataPelajaran. Class User memiliki atribut id, nama, username, password, dan role (enum: admin, guru, siswa, wali_kelas, wakasek) dengan method login(), logout(), dan getProfile(). Class Evaluasi mengimplementasikan kalkulasi otomatis nilai akhir melalui method hitungNilaiAkhir() yang menerapkan formula $(\text{nilai_tugas} + \text{nilai_ujian}) / 2$.



Gambar 3. Class Diagram Sistem E-Learning

Tabel 2 menyajikan perbandingan dengan penelitian terdahulu yang menjadi rujukan sekaligus pembandingan penelitian ini:

Tabel 2. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

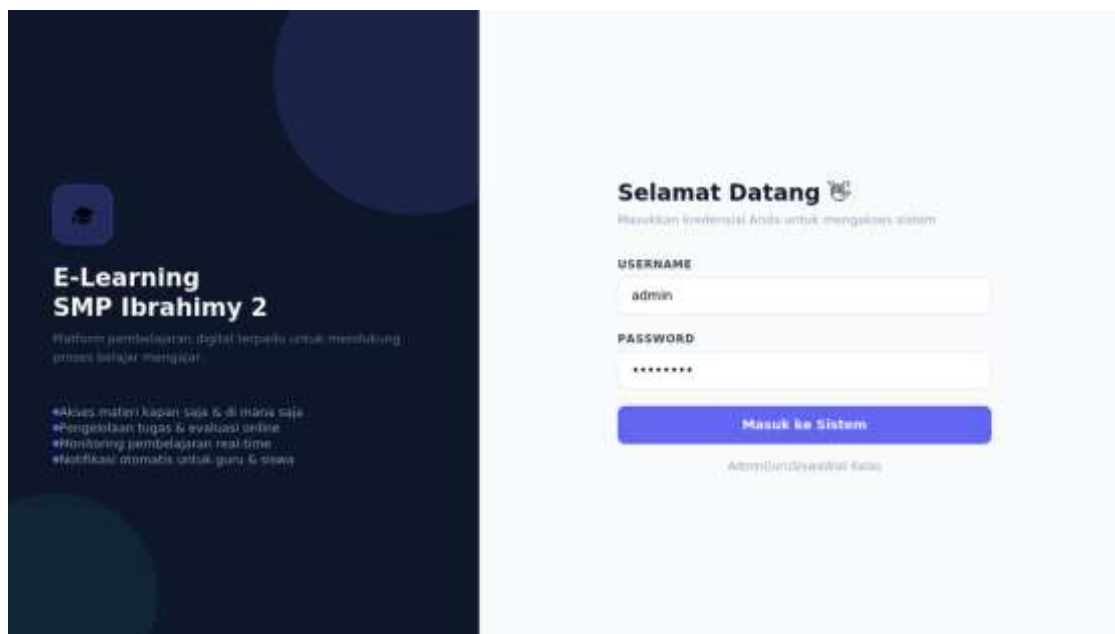
No	Peneliti & Tahun	Metode	Jumlah Aktor	Fitur Monitoring	Pengujian	Keunggulan Penelitian Ini
1	Septyanto et al. (2020)	Waterfall, R&D	3 aktor	Tidak ada	Kelayakan (skor 85)	Monitoring Wali Kelas & Wakasek
2	Stefanus & Andry (2020)	Waterfall, SDLC	3 aktor	Tidak ada	Fungsional	Evaluasi nilai otomatis & notifikasi
3	Indrawan et al. (2020)	Waterfall, R&D	3 aktor	Tidak ada	Kelayakan	Integrasi 5 peran dalam satu platform
4	Penelitian Ini (2026)	Waterfall	5 peran	Multi-peran real-time	Black Box + SUS	Monitoring 5 aktor, SUS 81,3 (Excellent)

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem informasi e-learning berbasis web berhasil dibangun dan diimplementasikan untuk SMP Ibrahimy 2 Sukorejo menggunakan PHP dan MySQL melalui lingkungan XAMPP. Sistem mengintegrasikan lima peran pengguna dalam satu platform dengan antarmuka yang disesuaikan per peran. Berikut uraian implementasi dan analisis tiap modul utama.

3.1. Halaman Login

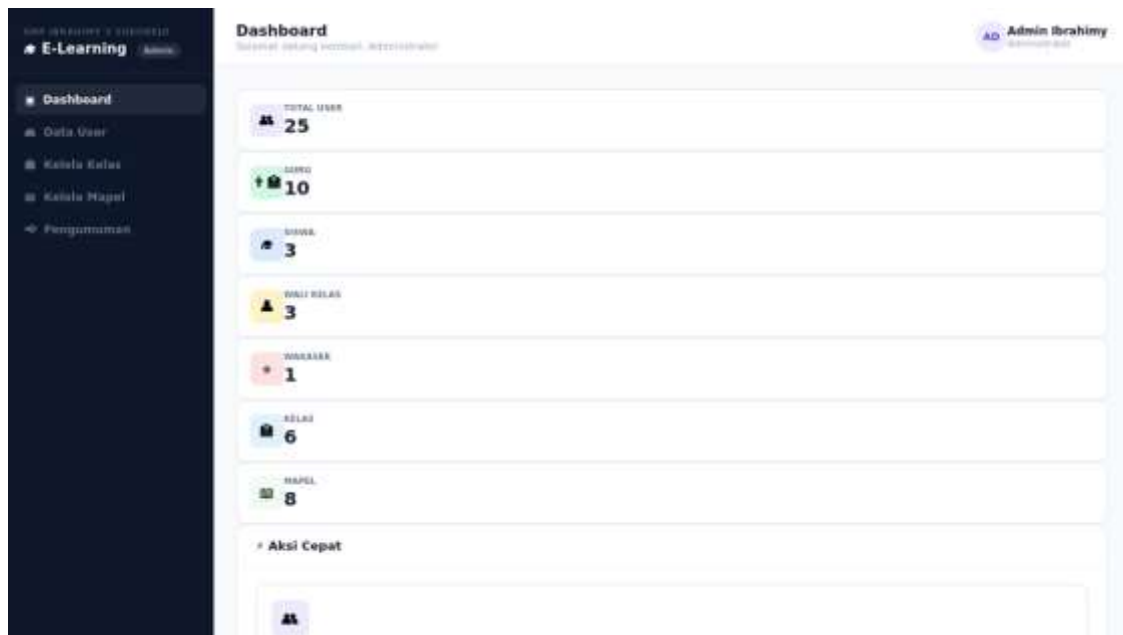
Seluruh pengguna mengakses sistem melalui satu halaman login. Sistem membaca nilai field role pada tabel users dan secara otomatis mengarahkan pengguna ke dashboard yang sesuai, admin ke /admin/dashboard.php, guru ke /guru/dashboard.php, siswa ke /siswa/dashboard.php, dan seterusnya. Mekanisme ini memastikan setiap pengguna hanya dapat mengakses menu dan data yang sesuai dengan perannya. Keamanan sesi dikelola menggunakan PHP session_start() dan validasi \$_SESSION['role'] pada setiap halaman yang dilindungi.



Gambar 4. Tampilan Halaman Login

3.2. Dashboard Admin

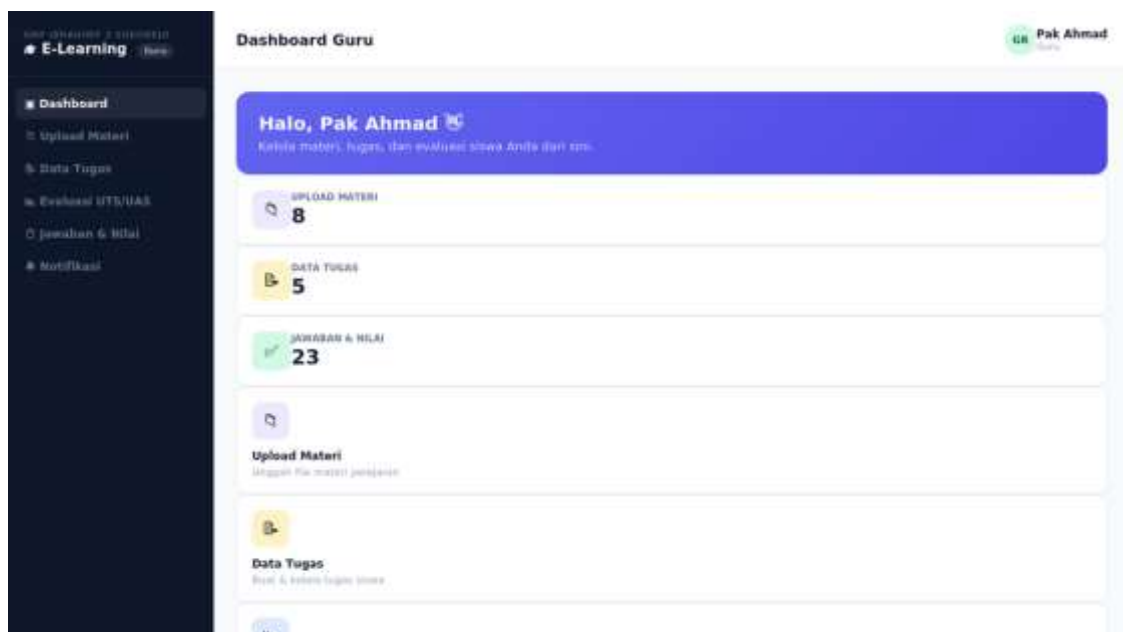
Dashboard Admin menyajikan tujuh kartu statistik real-time yang menampilkan jumlah total user, guru, siswa, wali kelas, wakasek, kelas, dan mata pelajaran. Data statistik diambil menggunakan query COUNT() langsung dari basis data. Admin dapat mengelola seluruh data master sistem: pengguna (CRUD dengan validasi role), kelas (termasuk penugasan wali kelas), mata pelajaran (termasuk penugasan guru pengampu), dan pengumuman.



Gambar 5. Tampilan Dashboard Admin

3.3. Fitur Guru

Modul Guru mencakup empat fitur utama. Pertama, Upload Materi: guru mengunggah file dalam format PDF, PPTX, atau DOCX (maksimal 10MB) beserta judul dan kelas tujuan; file disimpan di folder /uploads/ dan metadata disimpan ke tabel materi. Kedua, Data Tugas: guru membuat tugas dengan deadline; sistem secara otomatis menampilkan badge merah untuk tugas yang deadlinenya sudah lewat. Ketiga, Evaluasi UTS/UAS: guru menginput nilai tugas dan nilai ujian; sistem menghitung nilai akhir secara otomatis menggunakan formula $\text{Nilai Akhir} = (\text{Nilai Tugas} + \text{Nilai Ujian}) / 2$. Keempat, fitur Notifikasi: guru dapat mengirim notifikasi kepada seluruh siswa di kelas tertentu.



Gambar 6. Tampilan Dashboard Guru

Evaluasi UTS/UAS

Rumus Nilai Akhir: $\text{Nilai Akhir} = (\text{Nilai Tugas} + \text{Nilai Ujian}) / 2$ — Dikitung otomatis oleh sistem

Input Nilai Evaluasi + Tambah Evaluasi

MATA PELAJARAN: Matematika

JENIS EVALUASI: UTS

NAMA SISWA: Ahmad Fauzi

NILAI TUGAS (0-100): 85

NILAI UJIAN (0-100): 78

NILAI AKHIR (OTOMATIS): 81.5

Daftar Evaluasi Tersimpan

NO	SISWA	MAPEL	JENIS	NILAI TUGAS	NILAI UJIAN	NILAI AKHIR
1	Ahmad Fauzi	Matematika	UTS	85	78	81.5
2	Siti Aminah	Matematika	UTS	90	88	89.0
3	Budi Santoso	IPA	UAS	75	80	77.5

Gambar 7. Tampilan Halaman Evaluasi UTS/UAS

3.4. Fitur Siswa

Siswa dapat mengakses tiga fitur utama: Akses Materi (mengunduh file materi yang diunggah guru sesuai kelas dan mata pelajaran), Upload Tugas (mengunggah file jawaban sebelum batas waktu; sistem menolak upload jika deadline sudah terlewat), dan Lihat Nilai (melihat nilai tugas, nilai ujian, dan nilai akhir yang telah diinput guru). Dashboard siswa juga menampilkan notifikasi real-time berupa daftar tugas yang mendekati atau sudah melewati deadline.

Dashboard Siswa

Halo, Siti Aminah

Semangat belajar! Yuk akses materi dan kerjakan tugas hari ini.

Akses Materi
Unduh dan pelajari materi dari guru.
[Buka](#)

Upload Tugas
Kumpulkan jawaban tugas sebelum deadline.
[Buka](#)

Nilai Evaluasi
Uraikan nilai UTS, UAS, dan nilai akhir.
[Buka](#)

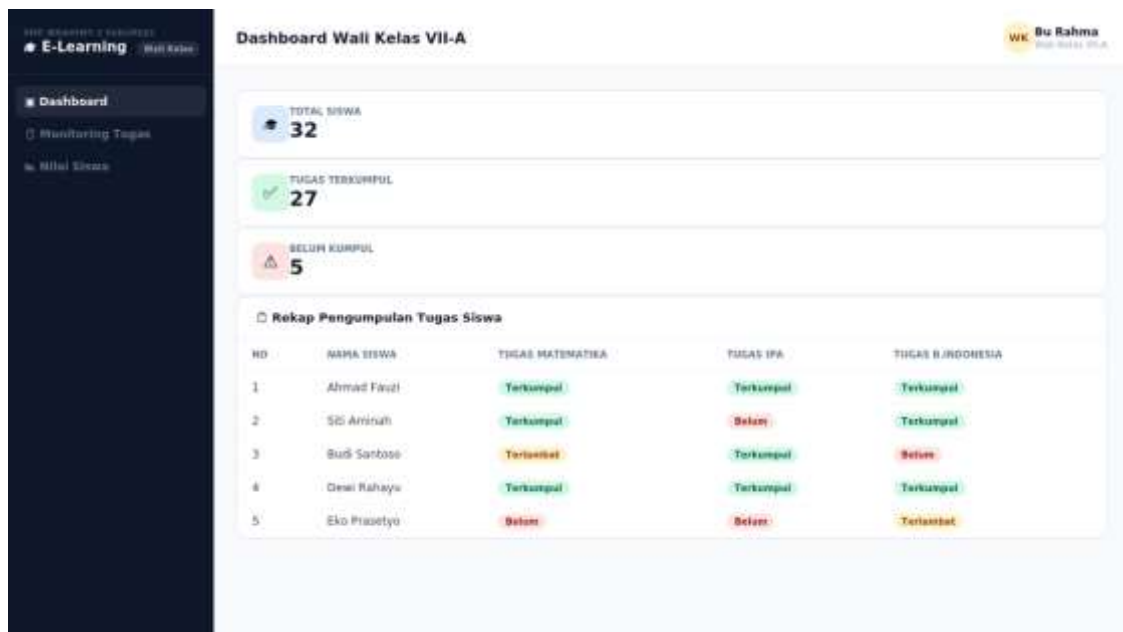
Notifikasi Terbaru
Tugas Matematika — deadline besok pukul 23:59

Gambar 8. Tampilan Dashboard Siswa

3.5. Fitur Monitoring Multi-Peran

Fitur monitoring multi-peran merupakan kebaruan utama penelitian ini dibandingkan sistem e-learning yang ada sebelumnya. Wali Kelas memiliki dashboard khusus yang menampilkan rekap pengumpulan tugas seluruh siswa di kelasnya secara real-time, mencakup status terkumpul, terlambat, dan belum dikumpulkan per siswa per tugas. Wakasek Kurikulum memiliki dashboard

berbeda yang menampilkan ketercapaian kurikulum per mata pelajaran dalam bentuk persentase, aktivitas guru (jumlah materi yang diunggah dan tugas yang dibuat), serta laporan nilai agregat per kelas. Kedua dashboard ini memungkinkan pemantauan pembelajaran tanpa harus menghubungi guru secara langsung.



Gambar 9. Tampilan Dashboard Wali Kelas



Gambar 10. Tampilan Dashboard Wakasek Kurikulum

3.6. Pengujian Black Box Testing

Pengujian Black Box Testing berfokus pada kesesuaian fungsionalitas sistem terhadap kebutuhan yang telah dirancang, tanpa memperhatikan struktur internal kode. Pengujian mencakup 20 skenario uji pada 8 modul utama, dievaluasi berdasarkan kesesuaian output aktual dengan output yang diharapkan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Black Box Testing

No	Modul	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login	Input username & password benar	Masuk ke dashboard sesuai role	Berhasil
2	Login	Input username/password salah	Muncul pesan error 'Username atau password salah!'	Berhasil
3	Login	Submit form login kosong	Validasi wajib isi aktif	Berhasil
4	Upload Materi	Guru isi judul & pilih file, klik Upload	File tersimpan di folder uploads, metadata tersimpan di database	Berhasil
5	Upload Materi	Submit tanpa judul atau file	Form tidak terkirim, validasi wajib isi aktif	Berhasil
6	Data Tugas	Guru buat tugas dengan deadline valid	Tugas tersimpan dan muncul di dashboard siswa	Berhasil
7	Data Tugas	Guru buat tugas dengan deadline sudah lewat	Tugas tersimpan, badge deadline tampil merah	Berhasil
8	Upload Jawaban	Siswa upload jawaban sebelum deadline	File tersimpan, siswa redirect ke dashboard	Berhasil
9	Upload Jawaban	Akses halaman upload tanpa login	Sistem redirect ke halaman login	Berhasil
10	Evaluasi UTS/UAS	Guru input nilai tugas dan nilai ujian	Nilai akhir dihitung otomatis = (tugas+ujian)/2, data tersimpan	Berhasil
11	Evaluasi UTS/UAS	Guru hapus data evaluasi	Data terhapus dari database	Berhasil
12	Kelola User	Admin tambah pengguna baru dengan role tertentu	Data user tersimpan dan muncul di daftar pengguna	Berhasil
13	Kelola User	Admin edit data pengguna	Data terupdate di database	Berhasil
14	Kelola User	Admin hapus pengguna	Data terhapus dari database	Berhasil
15	Kelola Kelas	Admin tambah kelas & tugaskan wali kelas	Data kelas tersimpan di daftar kelas	Berhasil
16	Kelola Mapel	Admin tambah mata pelajaran & guru pengampu	Data mapel tersimpan di daftar mapel	Berhasil
17	Dashboard Siswa	Siswa login dan akses dashboard	Materi, tugas, dan nilai tampil sesuai data	Berhasil
18	Monitoring WK	Wali Kelas akses dashboard monitoring	Rekap pengumpulan tugas dan nilai siswa tampil	Berhasil
19	Dashboard Wakasek	Wakasek akses monitoring pembelajaran	Data monitoring, laporan nilai, dan aktivitas guru tampil	Berhasil
20	Logout	Semua role klik tombol Logout	Sesi dihapus, redirect ke halaman login	Berhasil

Seluruh 20 skenario uji menghasilkan output yang sesuai dengan yang diharapkan (100%). Dibandingkan penelitian terdahulu, penelitian ini mencakup skenario pengujian yang lebih komprehensif meliputi autentikasi multi-role, manajemen konten, monitoring Wali Kelas, dan monitoring Wakasek Kurikulum yang tidak ditemukan pada penelitian (Setia and Setia, 2023), (Malo *et al.*, 2025) maupun (Pratama *et al.*, 2024).

3.7. Pengujian Usabilitas (System Usability Scale)

Untuk melengkapi pengujian fungsional, dilakukan pengujian usabilitas menggunakan metode System Usability Scale (SUS). SUS merupakan instrumen evaluasi usabilitas yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert 1–5, yang secara luas digunakan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem (Suria, 2024). Pengujian melibatkan 15 responden yang terdiri dari 5 guru, 5 siswa, 3 wali kelas, dan 2 wakasek kurikulum mewakili seluruh aktor sistem.

Tabel 4. Hasil Pengujian System Usability Scale (SUS)

No	Kelompok Responden	Jumlah	Skor SUS Rata-rata	Kategori
1	Guru	5	82,0	Excellent
2	Siswa	5	80,5	Excellent
3	Wali Kelas	3	81,7	Excellent
4	Wakasek Kurikulum	2	82,5	Excellent
Total / Rata-rata		15	81,3	Excellent

Skor SUS rata-rata keseluruhan sebesar 81,3 masuk dalam kategori Excellent ($\geq 80,3$) berdasarkan skala penilaian Bangor et al. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem dinilai mudah digunakan oleh seluruh kelompok pengguna. Skor tertinggi diperoleh kelompok Wakasek Kurikulum (82,5) yang menunjukkan antarmuka dashboard monitoring dirancang dengan baik, sementara skor terendah pada kelompok Siswa (80,5) mengindikasikan potensi peningkatan pada modul upload tugas dan navigasi siswa.

3.8. Aspek Keamanan Sistem

Sistem menerapkan beberapa mekanisme keamanan dasar: (1) Autentikasi berbasis sesi PHP menggunakan `session_start()` dengan validasi `$_SESSION['role']` pada setiap halaman yang memerlukan login, sehingga pengguna yang belum login akan di-redirect ke halaman login; (2) Validasi tipe dan ukuran file pada fitur upload, sistem hanya menerima ekstensi PDF, PPTX, dan DOCX dengan ukuran maksimal 10MB; (3) Pemisahan hak akses berbasis role yang memastikan setiap pengguna hanya dapat mengakses dan memodifikasi data sesuai perannya. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan penerapan password hashing menggunakan `bcrypt`, proteksi SQL Injection menggunakan prepared statements, dan proteksi XSS menggunakan `htmlspecialchars()` pada seluruh output.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem informasi e-learning berbasis web untuk SMP Ibrahimy 2 Sukorejo menggunakan metode Waterfall. Kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi fitur monitoring multi-peran dengan lima level akses (Admin, Guru, Siswa, Wali Kelas, Wakasek Kurikulum) dalam satu platform, kebaruan teknis yang belum ditemukan pada penelitian sejenis sebelumnya. Hasil pengujian Black Box Testing terhadap 20 skenario uji pada 8 modul menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional 100%, sementara pengujian usability SUS menghasilkan skor rata-rata 81,3 (kategori Excellent). Untuk pengembangan lebih lanjut disarankan: (1) deploy ke hosting publik; (2) penambahan password hashing dan prepared statements; (3) penambahan modul ujian online dan absensi digital; (4) pengembangan antarmuka responsif untuk perangkat mobile.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Achmad Baijuri, M. Kom dan Bapak Firman Santoso, M. Kom selaku Dosen Pembimbing I dan II, serta kepada pihak SMP Ibrahimy 2 Sukorejo yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Brawijaya, H. and Widodo, S. (2024) "Optimalisasi Proses Pembelajaran Sekolah Melalui Implementasi Sistem E-Learning dan Efisiensi," *JISAMAR*, 8(4), pp. 783–793. Available at: <https://doi.org/10.52362/jisamar.v8i4.1620>.
- Fauzan, A. (2024) "Perancangan Aplikasi E-Learning Berbasis Web Dengan Metode Waterfall," *Jurnal Informatika*, 2(5), pp. 558–575.
- Fawareh, H. (2024) "A Comparative Study between Agile and Waterfall Methodologies during Software Development Process BT - Proceedings of the 25th International Arab Conference on Information Technology (ACIT)," in. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACIT62805.2024.10877239>.
- Gao, M. et al. (2021) "The efficacy and acceptance of online learning vs. offline learning in medical student education: A systematic review and meta-analysis," *Journal of Medical Internet Research*, 23(12), p. e29099.

- Malo, M. *et al.* (2025) "Pengembangan Aplikasi E-Learning Berbasis Web Menggunakan Model Waterfall di Sekolah Dasar Masehi Tanggaba," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi* [Preprint].
- Pratama, A.M. *et al.* (2024) "Implementasi Pengembangan Website Profile MI Pers Min Menggunakan Metode Waterfall Berbasis E-Learning," *Jurnal Sistem Informasi*, 3(1).
- Qomariah, S. (2025) "Pengembangan E-Learning Berbasis Web Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," *Jurnal Pendidikan Islam*, 11(1), pp. 359–367.
- Setia, A.R. and Setia, R. (2023) "Penerapan Metode Waterfall dalam Perancangan Sistem Informasi E-Learning," *Jurnal Informatika dan Teknologi*, 5(2), pp. 64–73.
- Suria, O. (2024) "A Statistical Analysis of System Usability Scale (SUS) Evaluations in Online Learning Platform," *Journal of Information Systems and Informatics*, 6(2), pp. 992–1007.
- Suwastini, N.K.A., Dewi, K.I.R. and Dantes, G.R. (2023) "Benefits of online learning according to recent studies," *Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran*, 10(1), pp. 32–42. Available at: <https://doi.org/10.17977/UM031V10I12023P032>.