

Perancangan Sistem Informasi E-Rapor Berbasis *Web* dengan Metode *Waterfall* pada SD Muhammadiyah 24 Jakarta

Anis Fadillah

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri,
Jakarta

*Corresponding email: anisshofia.19@gmail.com

Abstrak: Perkembangan teknologi informasi mendorong lembaga pendidikan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan data akademik melalui sistem yang terkomputerisasi. Proses pengolahan nilai rapor di SD Muhammadiyah 24 Jakarta masih dilakukan secara bertahap dan sebagian besar menggunakan proses manual, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama serta berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengolahan dan rekapitulasi nilai. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Sistem Informasi E-Rapor berbasis web yang mampu mengintegrasikan proses pengelolaan nilai, mempercepat penyusunan rapor, serta meminimalisir terjadinya *human error*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif melalui observasi, wawancara, studi literatur, dan analisis dokumen. Pengembangan perangkat lunak menggunakan metode *Waterfall* yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem dirancang menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PHP, *framework Laravel*, serta basis data MySQL. Hasil penelitian menghasilkan Sistem Informasi E-Rapor berbasis web yang menyediakan fitur pengelolaan data siswa, guru, mata pelajaran, input nilai, absensi, catatan wali kelas, pencetakan rapor, pencetakan ledger, serta manajemen pengguna sesuai hak akses masing-masing. Sistem yang dihasilkan mampu membantu proses administrasi akademik menjadi lebih efektif, efisien, terintegrasi, dan mempermudah guru maupun wali kelas dalam pengelolaan data hasil belajar siswa.

Kata Kunci: Sistem Informasi, E-Rapor, Website, *Waterfall*, *Laravel*, MySQL.

Abstract: The advancement of information technology encourages educational institutions to improve the effectiveness of academic data management through computerized systems. The report card processing system at SD Muhammadiyah 24 Jakarta is still carried out gradually and largely relies on manual procedures, resulting in lengthy processing times and increasing the risk of errors in data processing and grade recapitulation. This study aims to design and develop a web-based E-Report Information System capable of integrating academic assessment management, accelerating report card preparation, and minimizing human error. The research employed a qualitative method with a descriptive approach through observation, interviews, literature studies, and document analysis. Software development was carried out using the *Waterfall* method, consisting of requirement analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The system was designed using *Unified Modeling Language* (UML) and implemented using PHP, the *Laravel* framework, and a MySQL database. The results of this study produced a web-based E-Report Information System featuring student data management, teacher management, subject management, grade input, attendance records, homeroom teacher notes, report card generation, grade ledger printing, and User management based on access rights. The developed system improves the effectiveness, efficiency, and integration of academic administration while facilitating teachers and homeroom teachers in managing students' learning outcomes.

Keywords: Information System, E-Report, Website, *Waterfall*, *Laravel*, MySQL.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah memberikan dampak yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk pada bidang pendidikan. Pemanfaatan teknologi informasi dalam lingkungan sekolah tidak hanya berfungsi sebagai media penyimpanan data, tetapi juga sebagai sarana untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kualitas pelayanan administrasi akademik. Salah satu implementasi teknologi informasi di bidang pendidikan adalah Sistem Informasi E-Rapor berbasis web yang mampu mengintegrasikan proses pengolahan nilai siswa secara terpusat sehingga dapat diakses oleh pengguna sesuai dengan hak akses yang dimiliki. Penggunaan sistem informasi berbasis web dinilai mampu meningkatkan kecepatan pengolahan data, meminimalkan kesalahan pencatatan, serta memudahkan penyajian informasi akademik secara real-time (Ikhwan, 2025).

Rapor merupakan dokumen akademik yang berisi hasil pencapaian belajar peserta didik selama satu periode pembelajaran (Hidayah & Subrata, 2025), oleh karena itu, proses

pengolahan nilai rapor harus dilakukan secara akurat, cepat, dan terdokumentasi dengan baik. Namun, pada kenyataannya masih banyak sekolah yang melakukan pengolahan nilai menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Penggunaan Excel memang dapat membantu proses perhitungan nilai, tetapi belum mampu mendukung sistem yang terintegrasi, penyimpanan data terpusat, maupun akses secara *multiuser*. Akibatnya, proses pengelolaan data akademik menjadi kurang efektif, terutama ketika melibatkan banyak guru mata pelajaran dan wali kelas.

Berdasarkan hasil observasi di SD Muhammadiyah 24 Jakarta, diketahui bahwa proses pengolahan nilai rapor masih dilakukan menggunakan Microsoft Excel berbasis desktop. Guru mata pelajaran menginput nilai ke dalam file Excel masing-masing, kemudian hasilnya dicetak dan diserahkan kepada wali kelas untuk direkap kembali sebagai nilai akhir rapor. Sistem yang digunakan saat ini masih bersifat *stand alone*, sehingga hanya dapat diakses melalui komputer tertentu dan belum mendukung pengolahan data secara bersamaan oleh beberapa pengguna. Selain itu, proses pertukaran data masih dilakukan melalui dokumen cetak maupun file terpisah sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Kondisi tersebut menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain tingginya risiko kesalahan penginputan data, duplikasi data, ketidaksesuaian hasil perhitungan nilai, serta potensi kehilangan maupun kerusakan dokumen hasil cetak. Wali kelas juga harus melakukan penginputan ulang nilai dari seluruh guru mata pelajaran sehingga proses penyusunan rapor menjadi kurang efektif dan efisien. Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa sistem yang berjalan belum mampu memenuhi kebutuhan pengelolaan data akademik yang cepat, akurat, aman, dan terintegrasi.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan sebuah Sistem Informasi E-Rapor Berbasis Web yang mampu mengintegrasikan pengelolaan data siswa, data kelas, data mata pelajaran, data absensi, data prestasi, serta data nilai rapor dalam satu basis data yang terpusat. Sistem ini dikembangkan menggunakan metode *Waterfall* karena memiliki tahapan pengembangan yang sistematis dan sesuai untuk membangun perangkat lunak berdasarkan kebutuhan pengguna yang telah teridentifikasi dengan jelas. Melalui penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan sistem informasi yang mampu meningkatkan efektivitas, efisiensi, akurasi, serta keamanan pengelolaan data akademik di SD Muhammadiyah 24 Jakarta.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang dipadukan dengan metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall* (Sugiyono, 2020). Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk memperoleh gambaran faktual mengenai proses pengelolaan nilai serta penyusunan rapor di SD Muhammadiyah 24 Jakarta. Objek penelitian mencakup pengelolaan laporan hasil belajar siswa kelas 2D Fase B tahun ajaran 2025/2026 yang melibatkan administrator, kepala sekolah, wali kelas, guru mata pelajaran, serta wali murid. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, studi literatur, dan analisis dokumen. Observasi diarahkan pada proses penginputan nilai, pertukaran data, rekapitulasi, verifikasi, serta pencetakan rapor. Wawancara melibatkan pihak sekolah yang berperan langsung dalam pengelolaan nilai untuk mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan pengguna, alur persetujuan rapor, serta pembagian hak akses. Analisis dokumen mencakup data siswa, guru, kelas, mata pelajaran, format nilai, absensi, catatan wali kelas, leger, serta format rapor yang digunakan sekolah. Rangkaian teknik tersebut dipilih agar analisis kebutuhan sistem tidak hanya bertumpu pada asumsi teknis, tetapi juga merepresentasikan proses bisnis nyata yang berlangsung pada institusi penelitian (Sugiyono, 2022).

Pengembangan Sistem Informasi E-Rapor menerapkan model *Waterfall* karena kebutuhan sistem dapat diidentifikasi secara terstruktur sejak tahap awal. Model *Waterfall* menempatkan proses pengembangan dalam urutan sistematis yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, pengodean, pengujian, serta dukungan atau pemeliharaan (& Shalahuddin, sebagaimana dikutip dalam (Ikhwan, 2025)). Tahap analisis menghasilkan spesifikasi kebutuhan

fungsional dan nonfungsional berdasarkan kondisi sistem berjalan serta kewenangan setiap pengguna. Tahap perancangan menggunakan *Unified Modeling Language* berupa *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Class Diagram* untuk memvisualisasikan fungsi, alur aktivitas, interaksi antarkomponen, serta struktur sistem. Perancangan basis data menggunakan *Entity Relationship Diagram* dan *Logical Record Structure*, sedangkan implementasi sistem memanfaatkan PHP 8.2, *framework Laravel* 12.0 berarsitektur Model-View-Controller, basis data MySQL, serta Tailwind CSS. Pemilihan *Laravel* berarsitektur MVC relevan karena struktur tersebut mampu memisahkan logika aplikasi, pengelolaan data, dan antarmuka sehingga pengembangan sistem menjadi lebih terorganisasi serta mudah dipelihara (Musyari, 2023). Sistem yang dibangun meliputi pengelolaan data siswa, guru, mata pelajaran, nilai sumatif, absensi, catatan wali kelas, kesehatan siswa, pengajuan dan persetujuan rapor, pencetakan leger, pencetakan rapor, serta manajemen pengguna berbasis hak akses.

Pengujian sistem menggunakan Black Box Testing melalui teknik *Equivalence Partitioning*. Teknik tersebut membagi masukan ke dalam kelas data valid dan tidak valid sehingga fungsi sistem dapat diuji menggunakan sejumlah data representatif tanpa mengurangi cakupan pengujian. Fokus pengujian mencakup autentikasi pengguna, pengelolaan data siswa, input nilai sumatif, pengajuan rapor, persetujuan rapor, pencetakan dokumen, manajemen pengguna, serta proses kenaikan kelas. Setiap skenario dinilai melalui kesesuaian antara keluaran yang diharapkan dan hasil aktual sistem. Pendekatan pengujian fungsional tersebut sejalan dengan penelitian (Gumilar, 2020) yang menggunakan pengujian fungsional untuk memastikan bahwa sistem informasi akademik berbasis web mampu mengintegrasikan pengelolaan nilai serta pencetakan rapor secara efektif. Data observasi, wawancara, dan dokumen dianalisis secara deskriptif melalui reduksi data, pengelompokan kebutuhan, pemetaan proses bisnis, serta penerjemahan hasil analisis ke dalam rancangan sistem. Hasil pengujian selanjutnya digunakan untuk menilai kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan pengguna dan proses administrasi akademik sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Sistem Pengelolaan Rapor yang Berjalan

Proses Pengelolaan Rapor

Pengelolaan rapor di SD Muhammadiyah 24 Jakarta masih menggunakan Microsoft Excel berbasis desktop sebagai media utama pencatatan dan pengolahan nilai siswa. Guru mata pelajaran memasukkan nilai ke dalam file masing-masing sesuai mata pelajaran yang diampu, kemudian menyerahkan hasil pengolahan tersebut kepada wali kelas untuk diperiksa dan direkapitulasi. Wali kelas bertanggung jawab menggabungkan nilai seluruh mata pelajaran, melengkapi data kehadiran dan catatan perkembangan siswa, serta menyusun laporan hasil belajar sebelum rapor dicetak dan disampaikan kepada wali murid. Alur tersebut memperlihatkan bahwa proses penyusunan rapor melibatkan perpindahan data antarpengguna melalui file terpisah maupun dokumen cetak, bukan melalui satu sistem informasi yang saling terhubung. Kondisi ini sejalan dengan temuan (Gumilar, 2020) yang menjelaskan bahwa penggunaan aplikasi *stand-alone* dalam pengolahan nilai sekolah dasar menyebabkan proses administrasi berjalan lambat karena pengelolaan data siswa, nilai, dan rapor belum berada dalam satu platform terintegrasi.

Karakteristik sistem yang bersifat *stand-alone* menyebabkan file nilai hanya dapat diakses melalui perangkat tertentu dan belum mendukung penggunaan secara bersamaan (Prehanto et al., 2020). Setiap guru bekerja pada dokumen yang berbeda, sedangkan wali kelas berperan sebagai pusat pengumpulan dan penggabungan data. Pola kerja tersebut membentuk fragmentasi informasi akademik karena data siswa, nilai mata pelajaran, absensi, dan catatan wali kelas tidak tersimpan dalam satu basis data terpusat. Konsep sistem informasi menempatkan integrasi manusia, prosedur, perangkat lunak, perangkat keras, jaringan, dan data

sebagai unsur penting dalam menghasilkan informasi yang mendukung kegiatan operasional organisasi. Sistem yang masih bergantung pada file individual belum sepenuhnya memenuhi prinsip tersebut karena aliran informasi berlangsung secara terpisah dan memerlukan intervensi manual pada setiap tahap pengolahan. Keterbatasan ini juga menghambat penyediaan informasi akademik secara langsung kepada pengguna lain, khususnya wali murid yang belum memperoleh akses digital untuk memantau hasil belajar siswa.

Proses pengelolaan rapor yang berjalan dapat digambarkan melalui urutan kegiatan berupa penginputan nilai oleh guru mata pelajaran, penyerahan file kepada wali kelas, pemeriksaan kelengkapan nilai, rekapitulasi nilai akhir, penyusunan rapor, pencetakan dokumen, dan distribusi kepada wali murid. Urutan tersebut menunjukkan adanya ketergantungan antartahap yang cukup tinggi. Keterlambatan penyerahan nilai dari salah satu guru dapat memengaruhi waktu penyelesaian rapor secara keseluruhan karena wali kelas baru dapat melakukan rekapitulasi setelah seluruh data diterima. (Sirait & Pasaribu, 2022) menemukan persoalan serupa pada pengelolaan e-rapor sekolah dasar, yakni proses pengolahan nilai yang memerlukan waktu lama dan memiliki tingkat kerentanan kesalahan cukup tinggi ketika masih dilakukan melalui prosedur terpisah. Temuan tersebut memperkuat bahwa permasalahan pada SD Muhammadiyah 24 Jakarta bukan hanya berkaitan dengan penggunaan perangkat lunak tertentu, tetapi juga berkaitan dengan struktur proses kerja yang belum terintegrasi.

Permasalahan dan Dampak Sistem Berjalan

Kesalahan utama dalam sistem berjalan terletak pada penyebaran data nilai ke dalam sejumlah file yang dikelola secara individual. Penyimpanan tersebut menyulitkan sinkronisasi data karena perubahan nilai pada satu file tidak secara otomatis memperbarui data yang digunakan wali kelas. Proses pemindahan informasi secara berulang meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan pengetikan, kekeliruan pemilihan data, ketidaksesuaian format, serta duplikasi nilai. Human *error* pada kondisi ini tidak hanya disebabkan oleh kurangnya ketelitian pengguna, tetapi juga dipengaruhi desain proses yang mengharuskan data yang sama dicatat atau dipindahkan lebih dari satu kali. Risiko tersebut menjadi semakin besar ketika jumlah siswa, mata pelajaran, komponen penilaian, dan dokumen pendukung mengalami peningkatan (Kafbiyah, et.al, 2025).

Beban administratif wali kelas menjadi salah satu dampak langsung dari sistem yang belum terintegrasi. Wali kelas tidak hanya bertugas memverifikasi hasil penilaian, tetapi juga harus menggabungkan berbagai file, memeriksa kesesuaian identitas siswa, menginput ulang nilai, melengkapi komponen rapor, serta memastikan dokumen siap dicetak. Aktivitas tersebut menyita waktu yang seharusnya dapat dialokasikan untuk evaluasi pembelajaran dan pendampingan perkembangan siswa. Fatman, (2023) menunjukkan bahwa digitalisasi pengelolaan absensi dan nilai dapat mempermudah administrasi akademik karena data tidak lagi disimpan dalam buku besar atau dokumen yang terpisah. Azfar & Anggita, (2024) juga menemukan bahwa sistem e-rapor berbasis *Laravel* dan *MySQL* mampu meningkatkan efisiensi pendataan akademik melalui pengelolaan hak akses yang lebih terstruktur. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa efisiensi administrasi bukan hanya ditentukan oleh kecepatan komputerisasi, tetapi juga oleh kemampuan sistem dalam mengatur aliran data dan kewenangan pengguna.

Keterbatasan akses *multiuser* turut menghambat kolaborasi antara guru mata pelajaran dan wali kelas. Guru tidak dapat memasukkan nilai secara langsung ke dalam satu sumber data yang sama, sedangkan wali kelas tidak dapat memantau kelengkapan nilai secara real-time. Proses pemantauan masih dilakukan melalui komunikasi terpisah dan pemeriksaan manual terhadap file yang diterima. Wali murid juga belum memperoleh akses digital terhadap rapor karena distribusi hasil belajar masih bergantung pada dokumen cetak atau file yang

disampaikan pihak sekolah. Kondisi tersebut mengurangi fleksibilitas penyampaian informasi dan memperpanjang rantai distribusi laporan hasil belajar. Sistem informasi akademik berbasis web pada penelitian Gumilar, (2020) terbukti mampu mengintegrasikan pengelolaan siswa, rekapitulasi nilai, dan pencetakan rapor dalam satu platform, sehingga penyampaian informasi akademik dapat dilakukan secara lebih efisien.

Risiko kehilangan, kerusakan, serta ketidakkonsistenan dokumen juga muncul karena penyimpanan belum terpusat. File nilai dapat tersimpan pada perangkat berbeda, memiliki nama atau versi yang tidak seragam, dan berpotensi tertimpa ketika dilakukan perubahan. Dokumen cetak menghadapi risiko fisik berupa kerusakan atau kehilangan, sedangkan file digital yang tidak dikelola melalui basis data menyulitkan penelusuran riwayat perubahan. Basis data relasional memiliki fungsi penting dalam mengorganisasikan data melalui tabel yang saling berhubungan sehingga konsistensi data dapat dijaga melalui penggunaan kunci utama dan kunci asing. Penggunaan MySQL mendukung pengelolaan data secara terorganisasi, sedangkan Putra & Muflih, (2024) menunjukkan bahwa basis data tersebut mampu meningkatkan efisiensi pencarian informasi. Temuan tersebut relevan dengan kebutuhan sekolah untuk menjaga keterhubungan antara data siswa, kelas, mata pelajaran, nilai, absensi, catatan, dan rapor.

Kebutuhan Sistem Usulan

Hasil analisis sistem berjalan menunjukkan perlunya aplikasi berbasis web yang mampu mengintegrasikan seluruh komponen pengelolaan rapor dalam satu basis data. Sistem usulan perlu menyediakan pengelolaan data siswa, guru, kelas, mata pelajaran, nilai sumatif, absensi, catatan wali kelas, kesehatan siswa, leger, dan rapor. Integrasi tersebut diperlukan agar data yang dimasukkan guru mata pelajaran dapat digunakan langsung oleh wali kelas tanpa proses pemindahan atau penginputan ulang. Basis data terpusat juga memungkinkan setiap perubahan informasi tersimpan pada sumber yang sama sehingga risiko ketidaksesuaian versi dapat dikurangi. Musyari, (2023) menjelaskan bahwa penerapan arsitektur Model-View-Controller pada *Laravel* mampu memusatkan pengelolaan data dan mendukung efisiensi administrasi karena logika sistem, data, dan antarmuka dikelola melalui struktur yang terorganisasi.

Safitri, (2025) menjelaskan kebutuhan akses *multiuser* menjadi bagian penting dalam sistem usulan karena proses penyusunan rapor melibatkan sejumlah aktor yang memiliki tanggung jawab berbeda. Administrator membutuhkan akses untuk mengelola akun, data master, semester, dan tahun ajaran. Guru mata pelajaran memerlukan fasilitas penginputan tujuan pembelajaran, nilai sumatif, serta deskripsi capaian kompetensi. Wali kelas membutuhkan akses untuk memeriksa nilai, mengelola absensi, kesehatan, catatan siswa, leger, dan pengajuan rapor. Kepala sekolah membutuhkan fungsi persetujuan atau penolakan rapor sebagai bentuk pengendalian akademik. Wali murid memerlukan akses *read-only* untuk melihat dan mengunduh rapor siswa yang terhubung dengan akun masing-masing. Pembagian tersebut mencerminkan penerapan Role-Based Access Control yang membatasi fungsi sistem berdasarkan tanggung jawab pengguna sehingga keamanan dan akuntabilitas pengelolaan data dapat ditingkatkan.

Mekanisme pengajuan dan persetujuan rapor juga diperlukan untuk menjaga validitas laporan hasil belajar sebelum didistribusikan kepada wali murid. Wali kelas mengajukan rapor setelah seluruh komponen nilai dan data pendukung dinyatakan lengkap, sedangkan kepala sekolah melakukan pemeriksaan sebelum memberikan persetujuan. Status rapor yang telah disetujui selanjutnya dapat digunakan untuk pencetakan atau pengunduhan dalam format digital. Alur tersebut memperjelas tanggung jawab setiap aktor dan menciptakan jejak proses yang lebih mudah ditelusuri. Sistem usulan tidak hanya menggantikan Microsoft Excel dengan aplikasi web, tetapi juga merekonstruksi proses kerja agar penginputan, verifikasi, persetujuan, dan distribusi rapor berlangsung dalam satu rangkaian digital.

Kebutuhan teknis sistem diarahkan pada penggunaan PHP 8.2, *framework Laravel* 12.0, basis data MySQL, serta antarmuka yang mendukung penggunaan melalui perangkat berbeda. Pemilihan teknologi tersebut sesuai dengan kebutuhan aplikasi dinamis yang memproses data secara dua arah dan menyimpan seluruh transaksi akademik dalam basis data relasional. Sistem berbasis web memungkinkan pengguna mengakses aplikasi melalui jaringan sesuai hak akses tanpa bergantung pada satu komputer tertentu. Azfar & Anggita, (2024) menunjukkan bahwa penggunaan *Laravel* dan MySQL pada sistem e-rapor dapat meningkatkan efisiensi pendataan serta mengatur hak akses pengguna secara lebih sistematis. Relevansi tersebut memperkuat pemilihan teknologi dalam penelitian ini karena tujuan pengembangan tidak berhenti pada digitalisasi dokumen, tetapi mencakup integrasi proses akademik dan kolaborasi antarpengguna.

Kebutuhan di atas memperlihatkan bahwa pengembangan Sistem Informasi E-Rapor berbasis web merupakan respons terhadap keterbatasan proses, bukan sekadar pembaruan teknologi. Perubahan utama terletak pada penyatuan sumber data, pembagian kewenangan pengguna, otomatisasi alur rekapitulasi, validasi rapor, dan penyediaan akses digital bagi wali murid. Sistem usulan diharapkan membentuk proses pengelolaan hasil belajar yang lebih terstruktur, konsisten, aman, dan mudah diakses. Hasil analisis kondisi sistem berjalan selanjutnya menjadi dasar bagi perancangan proses, basis data, antarmuka, serta fitur Sistem Informasi E-Rapor yang dibahas pada subbab berikutnya Azfar & Anggita, (2024).

Perancangan Sistem Informasi E-Rapor Berbasis Web yang Terintegrasi Analisis Kebutuhan Sistem

Hasil analisis Safitri, (2025) menjelaskan bahwa sistem Informasi E-Rapor perlu dibangun sebagai platform terintegrasi yang mampu mengakomodasi proses pengelolaan data akademik berdasarkan kewenangan setiap pengguna. Kebutuhan tersebut dirumuskan melalui evaluasi terhadap sistem berjalan yang masih menggunakan file Microsoft Excel terpisah, sehingga data nilai belum tersimpan dalam satu sumber informasi yang sama. Analisis kebutuhan dalam pengembangan perangkat lunak berfungsi menerjemahkan permasalahan operasional menjadi spesifikasi sistem yang dapat digunakan sebagai dasar perancangan dan implementasi. Sukanto dan Shalahuddin menjelaskan bahwa tahap analisis kebutuhan menentukan layanan, batasan, serta fungsi yang harus disediakan perangkat lunak agar sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Rumusan kebutuhan dalam penelitian ini mencakup dua dimensi utama, yaitu kebutuhan fungsional yang berkaitan dengan layanan sistem serta kebutuhan nonfungsional yang berkaitan dengan keamanan, ketersediaan, kemudahan penggunaan, dan responsivitas antarmuka.

Kebutuhan fungsional disusun berdasarkan lima aktor, yaitu administrator, kepala sekolah, wali kelas, guru mata pelajaran, dan wali murid. Administrator memperoleh akses paling luas untuk mengelola seluruh menu, melakukan proses tambah, tampil, ubah, dan hapus data, serta mengatur semester aktif maupun tahun ajaran baru. Kepala sekolah memperoleh akses untuk melihat data akademik seluruh kelas, meninjau data siswa, wali murid, kesehatan, prestasi, mata pelajaran, nilai sumatif, deskripsi capaian, ekstrakurikuler, kokurikuler, catatan wali kelas, serta absensi. Kepala sekolah juga menjalankan fungsi persetujuan atau penolakan terhadap rapor yang diajukan wali kelas. Pembagian kewenangan tersebut memperlihatkan bahwa perancangan sistem tidak hanya berorientasi pada penyimpanan nilai, tetapi juga membentuk mekanisme pengendalian akademik yang dapat menjaga akuntabilitas penerbitan rapor (Irawan et al., 2026).

Wali kelas memerlukan fasilitas pengelolaan identitas sekolah, tahun ajaran aktif, profil siswa, absensi, kesehatan, kegiatan ekstrakurikuler, catatan wali kelas, pratinjau leger, serta pencetakan rapor dalam format PDF. Guru mata pelajaran membutuhkan fasilitas untuk menginput tujuan pembelajaran, nilai sumatif lingkup materi, Nilai Tengah Semester, serta

Sumatif Akhir Semester dalam bentuk tes maupun non-tes. Sistem juga dirancang menghasilkan deskripsi otomatis berdasarkan capaian kompetensi tertinggi dan terendah siswa. Wali murid memperoleh akun yang terikat pada data satu siswa, sehingga aksesnya dibatasi pada fungsi melihat pratinjau dan mengunduh rapor. Struktur tersebut menerapkan prinsip Role-Based Access Control karena setiap pengguna hanya dapat menjalankan fungsi sesuai tanggung jawabnya. Pengelolaan hak akses berbasis peran mendukung keamanan sekaligus meminimalkan kemungkinan perubahan data oleh pengguna yang tidak memiliki kewenangan. Azfar & Anggita, (2024) menemukan bahwa pengaturan hak akses terstruktur pada sistem e-rapor berbasis *Laravel* dan MySQL dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data akademik karena setiap aktor bekerja dalam ruang fungsi yang telah ditentukan.

Kebutuhan nonfungsional diarahkan pada keamanan, ketersediaan, kemudahan penggunaan, dan responsivitas sistem. Keamanan diwujudkan melalui proteksi sesi dan enkripsi kata sandi menggunakan fasilitas bawaan framework agar kerahasiaan data akademik tetap terjaga. Ketersediaan sistem diwujudkan melalui aplikasi web dinamis yang dapat diakses selama pengguna terhubung dengan jaringan internet. Kemudahan penggunaan diterapkan melalui antarmuka input nilai berbentuk matriks yang menyerupai lembar kerja spreadsheet, sehingga guru tidak perlu beradaptasi dengan pola input yang sepenuhnya berbeda dari kebiasaan sebelumnya. Responsivitas antarmuka memungkinkan sistem ditampilkan secara proporsional pada komputer dan laptop. Empat kebutuhan tersebut memperlihatkan bahwa keberhasilan sistem tidak hanya ditentukan oleh kelengkapan fitur, tetapi juga oleh kemampuan aplikasi memberikan akses yang aman, stabil, mudah digunakan, dan sesuai dengan lingkungan kerja sekolah.

Perancangan Proses dan Basis Data

Perancangan proses sistem menggunakan *Unified Modeling Language* yang mencakup *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Class Diagram*, *Sequence Diagram*, *Component Diagram*, dan *Deployment Diagram*. Pemodelan tersebut digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi struktur teknis yang dapat dipahami sebelum proses pengodean dilakukan. Sofian & Ghazali, (2026) menjelaskan bahwa UML berfungsi sebagai bahasa pemodelan standar untuk mendefinisikan kebutuhan, menggambarkan proses, serta mendokumentasikan struktur perangkat lunak berorientasi objek. Penggunaan beberapa jenis diagram dalam penelitian ini memungkinkan sistem dianalisis melalui sudut pandang fungsi pengguna, aliran aktivitas, hubungan antarkelas, urutan interaksi, struktur komponen, dan lingkungan implementasi. Pemodelan tersebut memperkecil ketidaksesuaian antara kebutuhan pengguna dan fungsi sistem karena setiap proses telah didefinisikan sebelum masuk ke tahap implementasi.

Use Case diagram memperlihatkan aktivitas umum dan aktivitas khusus setiap aktor. Seluruh pengguna memiliki fungsi dasar berupa *login*, mengakses *dashboard*, mengelola profil, dan *logout*. Fungsi khusus dibedakan berdasarkan tanggung jawab masing-masing. Guru mata pelajaran mengelola data pembelajaran dan nilai sesuai mata pelajaran yang diampu. Wali kelas mengelola profil siswa, absensi, ekstrakurikuler, kokurikuler, catatan, leger, dan rapor. Kepala sekolah meninjau data akademik serta melakukan persetujuan. Administrator mengelola keseluruhan konfigurasi sistem, sedangkan wali murid menggunakan akses terbatas untuk membaca dan mengunduh rapor. Pemisahan fungsi tersebut menunjukkan bahwa integrasi tidak berarti seluruh pengguna memiliki akses yang sama, tetapi seluruh aktivitas berlangsung pada sistem dan basis data yang sama berdasarkan batas kewenangan yang telah ditetapkan.

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur operasional *login*, pengisian nilai sumatif, pengajuan dan persetujuan rapor, pencetakan dokumen, pengelolaan data siswa, pengelolaan catatan dan absensi, serta manajemen pengguna. Alur pengisian nilai dimulai ketika guru mata pelajaran memilih kelas dan mata pelajaran, menginput nilai, lalu menyimpan

data ke dalam sistem. Wali kelas memeriksa kelengkapan komponen rapor sebelum mengajukannya kepada kepala sekolah. Kepala sekolah dapat menyetujui atau menolak pengajuan berdasarkan hasil pemeriksaan. Rapor yang telah memperoleh persetujuan dapat diproses ke tahap pencetakan atau pengunduhan. Struktur alur tersebut menciptakan kontrol berjenjang yang tidak tersedia pada sistem berbasis file terpisah. Status pengajuan juga dapat berfungsi sebagai indikator posisi dokumen dalam proses akademik, sehingga tanggung jawab setiap pengguna lebih mudah ditelusuri Putra & Muflih, (2024).

Sequence diagram memperjelas urutan komunikasi antara pengguna, antarmuka, controller, dan basis data. Proses *login*, misalnya, melibatkan pengiriman kredensial dari antarmuka menuju controller untuk divalidasi terhadap data pengguna. Sistem selanjutnya mengarahkan pengguna menuju *dashboard* sesuai peran yang tersimpan. Pola serupa berlaku pada input nilai, pengajuan rapor, persetujuan, pencetakan, serta kenaikan kelas. *Class* Diagram menggambarkan struktur objek yang mencakup akses dan pengguna, master sekolah dan kurikulum, profil siswa dan kesehatan, nilai akademik dan deskripsi capaian, komponen rapor lain, serta persetujuan rapor. Struktur tersebut menunjukkan bahwa fungsi aplikasi dibangun melalui hubungan kelas yang mendukung proses akademik secara utuh, bukan melalui modul yang berdiri sendiri.

Perancangan basis data menggunakan *Entity Relationship* Diagram dan *Logical Record Structure* untuk menghubungkan entitas pengguna, peran, izin, sekolah, kelas, siswa, guru, orang tua, kesehatan, nilai sumatif, catatan wali kelas, absensi, serta pengajuan rapor. Relasi antartabel memungkinkan data akademik ditelusuri berdasarkan siswa, kelas, semester, mata pelajaran, dan pengguna yang melakukan input. Primary key berfungsi mengidentifikasi setiap record secara unik, sedangkan foreign key menghubungkan record dengan entitas lain yang relevan. Struktur relasional tersebut menjadi fondasi integrasi karena nilai siswa tidak disimpan sebagai dokumen terpisah, tetapi dikaitkan langsung dengan identitas siswa, kelas, mata pelajaran, guru, dan periode akademik. Putra & Muflih, (2024) menjelaskan bahwa MySQL mendukung pengelolaan data yang terorganisasi melalui tabel relasional.

Struktur basis data tersebut mengurangi fragmentasi karena seluruh komponen rapor merujuk pada identitas siswa dan periode akademik yang sama. Perubahan data siswa tidak perlu dilakukan pada beberapa file terpisah karena pembaruan pada tabel utama dapat digunakan oleh modul lain yang memiliki relasi. Penginputan nilai oleh guru mata pelajaran juga langsung tersedia bagi wali kelas tanpa proses pemindahan dokumen. Kemampuan tersebut menjawab kebutuhan sinkronisasi data hasil belajar dalam lingkup internal kelas. Sinkronisasi dalam penelitian ini perlu dipahami sebagai keterbaruan data pada basis data bersama setelah proses penyimpanan berhasil, bukan sebagai pengolahan otomatis tanpa kontrol pengguna.

Implementasi Sistem dan Integrasi Data

Hasil perancangan diterapkan menjadi aplikasi berbasis web menggunakan PHP 8.2, *framework* *Laravel* 12.0, basis data MySQL, serta Tailwind CSS untuk pengembangan antarmuka. *Laravel* menerapkan arsitektur Model-View-Controller yang memisahkan pengelolaan data, logika aplikasi, dan tampilan pengguna. Pemisahan tersebut mendukung struktur kode yang lebih terorganisasi karena perubahan pada antarmuka tidak harus mengubah keseluruhan logika pengolahan data. Musyari, (2023) menyatakan bahwa penerapan arsitektur MVC pada *Laravel* dapat memusatkan pengelolaan data sekaligus meningkatkan efisiensi administrasi karena setiap komponen sistem memiliki fungsi yang lebih jelas. Implementasi dalam penelitian ini mencakup autentikasi, *dashboard* berbasis peran, pengelolaan data siswa, penginputan nilai sumatif, pengelolaan catatan dan absensi, pengajuan rapor, persetujuan, pencetakan leger, serta pencetakan rapor.

Halaman *login* menjadi pintu masuk seluruh pengguna sebelum sistem menampilkan *dashboard* sesuai peran. Mekanisme autentikasi memastikan bahwa setiap akun hanya memperoleh menu yang sesuai dengan izin yang dimiliki. *Dashboard* menyajikan informasi ringkas dan navigasi berdasarkan kebutuhan aktor, sehingga administrator, kepala sekolah, wali kelas, guru mata pelajaran, dan wali murid tidak menerima tampilan fungsi yang sama. Halaman data siswa digunakan untuk menambah, menampilkan, memperbarui, dan mengelola informasi peserta didik. Halaman input nilai sumatif disusun dalam bentuk matriks agar guru dapat melakukan entri nilai secara efisien. Halaman pratinjau rapor digunakan wali kelas untuk memeriksa kelengkapan data sebelum dokumen diajukan dan dicetak. Desain tersebut mempertahankan pola kerja yang familier bagi pengguna, tetapi memindahkan prosesnya ke dalam aplikasi terpusat.

Integrasi antarmodul terlihat pada aliran data sejak penginputan nilai sampai penerbitan rapor. Nilai yang dimasukkan guru mata pelajaran tersimpan pada basis data dan terhubung dengan siswa, kelas, mata pelajaran, serta tahun ajaran. Wali kelas menggunakan data tersebut untuk menyusun leger dan melengkapi komponen nonakademik berupa absensi, kesehatan, ekstrakurikuler, kokurikuler, serta catatan perkembangan. Rapor yang telah lengkap diajukan melalui modul pengajuan, kemudian diperiksa kepala sekolah melalui modul persetujuan. Status persetujuan menentukan apakah rapor dapat diteruskan ke proses pencetakan dan akses wali murid. Alur tersebut menghilangkan kebutuhan wali kelas untuk menyalin ulang nilai dari file guru karena seluruh pengguna bekerja pada data yang sama sesuai hak akses masing-masing.

Implementasi sistem menunjukkan bahwa integrasi data tidak hanya terbentuk melalui penggunaan satu basis data, tetapi juga melalui kesinambungan fungsi antarmodul. Modul siswa menyediakan identitas dasar, modul nilai menyediakan data akademik, modul absensi dan catatan melengkapi informasi nonakademik, modul pengajuan mengatur proses verifikasi, sedangkan modul pencetakan menyajikan seluruh data dalam bentuk laporan hasil belajar. Keterhubungan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Gumilar, (2020) yang menunjukkan bahwa sistem informasi akademik berbasis web mampu mengintegrasikan data siswa, pengolahan nilai, dan pencetakan rapor dalam satu platform. Penelitian ini memperluas integrasi tersebut melalui pembagian lima peran pengguna, pengelolaan komponen Kurikulum Merdeka, mekanisme persetujuan kepala sekolah, serta akses rapor *read-only* bagi wali murid.

Hasil perancangan dan implementasi menjawab rumusan masalah pertama karena sistem telah menyediakan struktur pengelolaan nilai berbasis web yang menggunakan basis data terpusat, relasi data yang konsisten, serta alur antarpengguna yang saling terhubung. Guru mata pelajaran dapat memasukkan nilai pada modul yang sesuai, wali kelas dapat menggunakan data tersebut dalam penyusunan leger dan rapor, kepala sekolah dapat melakukan validasi, sedangkan wali murid dapat memperoleh dokumen hasil belajar setelah proses persetujuan selesai. Bukti yang tersedia dalam laporan mendukung kesimpulan bahwa sistem berhasil mengintegrasikan proses dan fungsi pengelolaan rapor. Laporan belum menyajikan pengujian kuantitatif mengenai kecepatan sinkronisasi real-time, sehingga pembahasan mengenai sinkronisasi dibatasi pada keterbaruan data melalui basis data bersama dan ketersediaannya bagi pengguna sesuai hak akses.

Implementasi Kolaborasi *Multiuser* dalam Pengelolaan Rapor Pembagian Peran dan Hak Akses Pengguna

Implementasi kolaborasi *multiuser* pada Sistem Informasi E-Rapor SD Muhammadiyah 24 Jakarta dibangun melalui pembagian peran berdasarkan tanggung jawab setiap pengguna. Struktur tersebut diperlukan karena pengelolaan rapor tidak dilakukan oleh satu pihak, melainkan melibatkan guru mata pelajaran, wali kelas, kepala sekolah, administrator, serta wali murid. Setiap aktor memperoleh akun dan menu yang berbeda sesuai kewenangan sehingga

proses penginputan, pemeriksaan, persetujuan, penerbitan, dan akses rapor dapat berlangsung dalam satu platform tanpa menghilangkan batas tanggung jawab. Konsep ini menunjukkan bahwa kolaborasi *multiuser* bukan sekadar kemampuan beberapa pengguna mengakses aplikasi secara bersamaan, tetapi merupakan pengaturan alur kerja yang menempatkan setiap aktor sebagai bagian dari rangkaian pengelolaan informasi akademik. Azfar & Anggita, (2024) menjelaskan bahwa pembagian hak akses secara terstruktur dalam sistem e-rapor dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data karena setiap pengguna hanya menjalankan fungsi yang relevan dengan tugasnya.

Menurut Sunardi, (2026) administrator memiliki kewenangan untuk mengelola akun pengguna, peran, hak akses, data master, semester, serta tahun ajaran. Peran tersebut berfungsi menjamin kesiapan konfigurasi aplikasi sebelum kegiatan pengelolaan nilai dilakukan. Guru mata pelajaran memperoleh akses untuk memasukkan tujuan pembelajaran, nilai sumatif lingkup materi, Nilai Tengah Semester, Sumatif Akhir Semester, serta deskripsi capaian kompetensi. Wali kelas menggunakan data yang telah dimasukkan guru untuk memeriksa kelengkapan nilai, mengelola profil siswa, absensi, kesehatan, kegiatan ekstrakurikuler, kegiatan kokurikuler, catatan perkembangan, leger, serta rapor. Kepala sekolah berwenang meninjau pengajuan rapor dan memberikan keputusan berupa persetujuan atau penolakan. Wali murid memperoleh akses *read-only* yang terikat pada satu data siswa untuk melihat serta mengunduh rapor yang telah diterbitkan. Pembagian tersebut memperlihatkan keterkaitan horizontal antara guru mata pelajaran, wali kelas, dan wali murid serta keterkaitan vertikal melalui fungsi pengelolaan administrator dan pengawasan kepala sekolah.

Penerapan hak akses berbasis peran memberikan dua manfaat utama, yaitu keamanan data dan akuntabilitas proses. Guru mata pelajaran tidak dapat mengubah data yang berada di luar mata pelajaran yang diampu, sedangkan wali murid tidak memperoleh kewenangan untuk memodifikasi informasi akademik. Wali kelas dapat mengelola komponen rapor pada kelas yang menjadi tanggung jawabnya, sementara keputusan penerbitan tetap berada di bawah persetujuan kepala sekolah. Struktur tersebut mengurangi risiko perubahan data oleh pihak yang tidak berwenang sekaligus memperjelas pengguna yang bertanggung jawab pada setiap tahap. Musyari, (2023) menjelaskan bahwa pemisahan fungsi dalam sistem berbasis *Laravel* mendukung pengelolaan data yang lebih terorganisasi karena proses, data, dan antarmuka dapat diatur sesuai kebutuhan pengguna. Sistem E-Rapor yang dikembangkan menerapkan prinsip serupa melalui autentikasi, pembatasan menu, serta validasi fungsi berdasarkan peran akun.

Pembagian peran tersebut mengubah pola pengelolaan rapor yang sebelumnya bergantung pada pertukaran file menjadi kerja bersama melalui satu sumber data. Guru mata pelajaran tidak lagi menyerahkan file nilai secara terpisah kepada wali kelas karena data yang disimpan dapat digunakan langsung dalam proses penyusunan leger dan rapor. Wali kelas tidak perlu memberikan dokumen fisik kepada kepala sekolah untuk memulai pemeriksaan karena pengajuan dilakukan melalui sistem. Wali murid juga tidak bergantung sepenuhnya pada distribusi dokumen cetak karena rapor yang telah memenuhi persyaratan dapat diakses melalui akun masing-masing. Perubahan tersebut menjawab kebutuhan kolaborasi *multiuser* yang dirumuskan dalam tujuan penelitian, yaitu menghubungkan guru mata pelajaran, wali kelas, serta wali murid pada satu platform digital terpadu.

Alur Kolaborasi Pengelolaan dan Persetujuan Rapor

Alur kolaborasi dimulai ketika guru mata pelajaran memasukkan nilai sesuai kelas dan mata pelajaran yang diampu. Sistem memvalidasi nilai agar berada pada rentang 0–100 serta menolak masukan berupa angka di luar rentang atau karakter yang tidak sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai 0, 80, dan 100 dapat disimpan, sedangkan nilai –1, 101, serta masukan berbentuk huruf ditolak oleh sistem. Validasi tersebut memastikan bahwa data yang diteruskan kepada wali kelas telah memenuhi aturan dasar penilaian. Mekanisme ini penting

karena kualitas kolaborasi tidak hanya ditentukan oleh keterhubungan pengguna, tetapi juga oleh konsistensi data yang dipertukarkan. Sistem yang menerima data tanpa validasi tetap berpotensi menghasilkan kesalahan meskipun telah menggunakan basis data terpusat (Azfar & Anggita, 2024).

Wali kelas menjalankan tahap berikutnya melalui pemeriksaan kelengkapan nilai dan pengelolaan komponen tambahan rapor. Komponen tersebut mencakup absensi, kesehatan, catatan wali kelas, kegiatan ekstrakurikuler, kegiatan kokurikuler, serta informasi lain yang diperlukan dalam laporan hasil belajar. Pengajuan rapor hanya dapat dilakukan apabila seluruh nilai siswa telah lengkap. Hasil Black Box Testing menunjukkan bahwa sistem menerima pengajuan ketika seluruh komponen nilai telah tersedia dan menolak pengajuan apabila masih terdapat nilai kosong. Informasi mengenai data yang belum lengkap ditampilkan agar wali kelas dapat melakukan perbaikan sebelum mengajukan kembali. Mekanisme tersebut membentuk kontrol awal yang mencegah rapor belum lengkap diteruskan kepada kepala sekolah (Anhar et al., 2025).

Kepala sekolah menerima rapor yang telah diajukan untuk menjalankan proses peninjauan dan persetujuan. Sistem menyediakan pilihan menyetujui atau menolak pengajuan sesuai hasil pemeriksaan. Status rapor berubah menjadi “Disetujui” ketika pengajuan diterima dan berubah menjadi “Ditolak” apabila diperlukan perbaikan. Persyaratan administratif juga menjadi bagian dari validasi karena sistem menolak proses persetujuan ketika tanda tangan kepala sekolah belum tersedia. Hasil pengujian membuktikan bahwa ketiga skenario tersebut menghasilkan keluaran sesuai dengan aturan yang ditetapkan. Fungsi persetujuan menempatkan kepala sekolah sebagai pengendali mutu dokumen akademik, bukan sekadar pengguna yang melihat laporan.

Pencetakan rapor hanya dapat dilaksanakan setelah status pengajuan berubah menjadi disetujui. Sistem menolak pencetakan ketika rapor masih berstatus diajukan atau telah ditolak. Aturan tersebut mencegah penyebaran dokumen yang belum melewati pemeriksaan kepala sekolah. Rapor yang sudah disetujui selanjutnya dapat ditampilkan dalam format dokumen, dicetak oleh wali kelas, serta disediakan untuk wali murid sesuai hak aksesnya. Sirait & Pasaribu, (2022) menemukan bahwa sistem e-rapor berbasis web mampu mempermudah pencetakan dan penyampaian informasi hasil belajar secara daring. Hasil penelitian ini memperkuat temuan tersebut melalui penambahan mekanisme persetujuan yang menghubungkan kelengkapan data, keputusan kepala sekolah, dan izin pencetakan dalam satu alur yang terkendali.

Analisis Efektivitas Kolaborasi *Multiuser*

Efektivitas kolaborasi *multiuser* dapat dianalisis melalui perubahan struktur kerja antara sistem berjalan dan sistem usulan. Sistem berjalan menempatkan wali kelas sebagai pusat pengumpulan file sehingga proses rekapitulasi sangat bergantung pada ketepatan penyerahan data guru mata pelajaran. Sistem usulan mendistribusikan tanggung jawab penginputan kepada masing-masing guru melalui akun yang tersedia, sedangkan wali kelas berfokus pada pemeriksaan dan integrasi komponen rapor. Perubahan ini mengurangi kegiatan pemindahan nilai yang tidak memberikan nilai tambah dan memperjelas fungsi setiap pengguna. Gumilar, (2020) menunjukkan bahwa sistem informasi akademik berbasis web dapat mengintegrasikan data siswa, nilai, serta pencetakan rapor sehingga pengelolaan administrasi menjadi lebih terstruktur. Sistem pada penelitian ini menerapkan integrasi sejenis sekaligus menambahkan hubungan kerja antara guru, wali kelas, kepala sekolah, administrator, dan wali murid.

Kolaborasi juga menjadi lebih terkendali melalui penerapan status pengajuan. Wali kelas tidak dapat mengajukan rapor yang belum lengkap, kepala sekolah tidak dapat menyetujui rapor ketika persyaratan administratif belum terpenuhi, serta sistem tidak mengizinkan pencetakan sebelum persetujuan diberikan. Hasil Black Box Testing memperlihatkan bahwa seluruh

skenario pengajuan, persetujuan, dan pencetakan menghasilkan keluaran sesuai harapan. Temuan ini menunjukkan bahwa alur *multiuser* bukan hanya terdapat pada desain, tetapi telah diwujudkan menjadi aturan fungsional yang dapat dijalankan aplikasi. Validasi tersebut membantu mencegah dokumen belum lengkap atau belum sah diteruskan kepada wali murid.

Manajemen akun turut mendukung keberlanjutan kolaborasi karena administrator dapat menambah, mengubah, dan menghapus pengguna sesuai kebutuhan sekolah. Sistem menolak alamat surel yang telah terdaftar sehingga setiap akun memiliki identitas unik. Hasil pengujian manajemen pengguna memperlihatkan bahwa fungsi penambahan, pembaruan, penghapusan, serta validasi duplikasi telah berjalan sesuai kebutuhan. Identitas akun yang unik mendukung keterlacakan aktivitas dan mengurangi risiko penggunaan kredensial yang tidak terkelola.

Akses wali murid memperluas kolaborasi dari lingkungan internal sekolah menuju penerima layanan pendidikan. Sistem lama belum menyediakan sarana digital terintegrasi untuk memantau rapor, sedangkan sistem usulan memberikan akses terbatas terhadap dokumen anak yang terhubung dengan akun. Pembatasan *read-only* menjaga integritas data karena wali murid dapat memperoleh informasi tanpa memiliki kewenangan mengubahnya. Transparansi tersebut sesuai dengan tujuan pengembangan sistem, yakni memberikan akses hasil belajar yang lebih mudah tanpa mengabaikan keamanan informasi akademik. Azfar & Anggita, (2024) menjelaskan bahwa pengelolaan hak akses terstruktur mendukung efisiensi serta keamanan sistem e-rapor, sedangkan Sirait & Pasaribu, (2022) menekankan manfaat penyampaian informasi hasil belajar secara daring.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem telah membangun alur kolaborasi yang menghubungkan guru mata pelajaran, wali kelas, serta wali murid sesuai rumusan masalah kedua. Administrator dan kepala sekolah memperkuat alur tersebut melalui fungsi pengelolaan akun serta validasi penerbitan rapor. Sistem memungkinkan setiap aktor bekerja pada data yang sama tanpa memperoleh kewenangan yang melampaui tanggung jawabnya. Keberhasilan fungsi penginputan, pengajuan, persetujuan, pencetakan, dan manajemen pengguna mendukung kesimpulan bahwa kolaborasi *multiuser* telah diterapkan secara fungsional.

Penilaian efektivitas tetap perlu ditempatkan sesuai bukti penelitian. Laporan belum menyajikan pengukuran kuantitatif mengenai pengurangan durasi kerja, jumlah kesalahan sebelum dan sesudah implementasi, kepuasan pengguna, maupun intensitas akses wali murid. Kesimpulan yang dapat ditarik terbatas pada kemampuan sistem menyederhanakan aliran data, mengurangi penginputan ulang, memperjelas pembagian kewenangan, mengendalikan penerbitan rapor, serta menyediakan akses digital bagi wali murid. Pengukuran waktu proses dan penerimaan pengguna dapat dijadikan agenda pengujian lanjutan setelah sistem diterapkan secara operasional dalam periode akademik penuh.

Implementasi Metode *Waterfall* dan Pengujian Sistem

Implementasi Tahapan *Waterfall*

Penerapan metode *Waterfall* pada pengembangan Sistem Informasi E-Rapor dilakukan melalui lima tahapan yang saling berurutan, yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan kode program, pengujian, serta dukungan atau pemeliharaan. Model *Waterfall* menempatkan keluaran setiap tahap sebagai dasar bagi pelaksanaan tahap berikutnya sehingga pengembangan perangkat lunak berlangsung secara sistematis dan terdokumentasi. Sukanto dan Shalahuddin menjelaskan bahwa *Waterfall* merupakan model pengembangan sekuensial yang dimulai melalui analisis, desain, pengodean, pengujian, serta tahap pendukung. Karakteristik tersebut sesuai dengan penelitian ini karena kebutuhan pengguna dan proses pengelolaan rapor telah diidentifikasi sejak awal melalui observasi, wawancara, studi literatur, serta analisis dokumen sekolah (Rahayu et al., 2024).

Tahap analisis kebutuhan menghasilkan spesifikasi fungsional dan nonfungsional berdasarkan permasalahan yang ditemukan pada sistem berjalan. Kebutuhan fungsional

mencakup pengelolaan data siswa, guru, kelas, mata pelajaran, nilai, absensi, catatan wali kelas, pengajuan rapor, persetujuan kepala sekolah, pencetakan leger, pencetakan rapor, serta pengelolaan pengguna. Kebutuhan nonfungsional mencakup keamanan akses, kemudahan penggunaan, ketersediaan aplikasi melalui jaringan, penyimpanan data terpusat, serta tampilan responsif. Hasil analisis tersebut memperlihatkan bahwa kebutuhan sistem tidak hanya diarahkan pada penggantian media pengolahan nilai, tetapi juga pada pembentukan alur kerja digital yang mampu menghubungkan seluruh pengguna sesuai kewenangannya.

Tahap perancangan menerjemahkan kebutuhan tersebut menjadi model proses dan struktur data menggunakan *Unified Modeling Language*, *Entity Relationship Diagram*, *Logical Record Structure*, rancangan navigasi, serta desain antarmuka. *Use Case Diagram* memetakan fungsi berdasarkan aktor, *Activity Diagram* menggambarkan alur aktivitas, *Sequence Diagram* menunjukkan urutan interaksi antarkomponen, sedangkan *Class Diagram* menjelaskan struktur objek dan hubungan antarkelas. Rancangan basis data membentuk relasi antara pengguna, siswa, guru, kelas, mata pelajaran, nilai, absensi, catatan, dan pengajuan rapor. Struktur tersebut memastikan bahwa implementasi aplikasi memiliki landasan proses serta data yang konsisten sebelum kegiatan pengodean dimulai.

Tahap pembuatan kode menghasilkan aplikasi E-Rapor berbasis web menggunakan PHP 8.2, *framework Laravel* 12.0, basis data MySQL, dan Tailwind CSS. Arsitektur Model-View-Controller pada *Laravel* memisahkan pengelolaan data, logika proses, dan antarmuka pengguna sehingga struktur aplikasi lebih terorganisasi. Musyari, (2023) menjelaskan bahwa penerapan MVC pada *Laravel* dapat mendukung pemusatan pengelolaan data serta meningkatkan keteraturan proses administrasi. Implementasi aplikasi menghasilkan modul autentikasi, pengelolaan data master, input nilai, pengelolaan komponen rapor, pengajuan, persetujuan, pencetakan, kenaikan kelas, serta manajemen pengguna. Seluruh modul diintegrasikan melalui satu basis data sehingga hasil pengodean tetap merujuk pada kebutuhan dan rancangan yang telah disusun sebelumnya.

Tahap pengujian menggunakan Black Box Testing untuk menilai kesesuaian fungsi aplikasi berdasarkan masukan dan keluaran tanpa memeriksa struktur internal kode. Pengujian mencakup *login*, pengelolaan data siswa, input nilai sumatif, pengajuan rapor, persetujuan rapor, pencetakan rapor, manajemen pengguna, serta kenaikan kelas. Tahap dukungan diarahkan pada evaluasi penggunaan sistem, perbaikan kesalahan, dan penyesuaian apabila kebutuhan pengguna mengalami perubahan. Rangkaian tersebut menunjukkan bahwa *Waterfall* tidak hanya digunakan sebagai urutan teknis pengembangan, tetapi juga sebagai mekanisme untuk menjaga kesesuaian antara masalah, kebutuhan, rancangan, implementasi, dan hasil pengujian.

Keterkaitan antartahap menjadi kekuatan utama penerapan *Waterfall* pada penelitian ini. Hasil analisis kebutuhan menentukan ruang lingkup perancangan, rancangan sistem menjadi acuan pengodean, sedangkan hasil implementasi diuji berdasarkan spesifikasi yang telah dirumuskan. Ketidaksesuaian fungsi dapat ditelusuri kembali menuju tahap yang relevan karena setiap luaran terdokumentasi secara berurutan. Pola tersebut mendukung pengembangan sistem yang lebih terkendali ketika kebutuhan pengguna relatif jelas dan stabil. Gumilar, (2020) juga menerapkan *Waterfall* pada pengembangan sistem informasi akademik berbasis web dan memperoleh hasil berupa integrasi pengelolaan data siswa, nilai, serta pencetakan rapor. Kesamaan tersebut memperlihatkan relevansi *Waterfall* bagi pengembangan sistem akademik yang memiliki proses administratif terstruktur.

Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Hasil Black Box Testing menunjukkan bahwa fungsi utama Sistem Informasi E-Rapor dapat menghasilkan keluaran sesuai skenario yang ditetapkan. Pengujian *login* memastikan bahwa pengguna dengan alamat surel dan kata sandi valid dapat masuk ke dalam sistem serta

diarahkan menuju *dashboard* sesuai perannya. Sistem menolak kredensial yang salah dan tidak memberikan akses apabila data autentikasi tidak sesuai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi *login* tidak hanya menjadi pintu masuk aplikasi, tetapi juga menjadi mekanisme awal untuk melindungi informasi akademik dan membatasi menu berdasarkan kewenangan pengguna.

Pengujian pengelolaan data siswa mencakup proses penambahan, penampilan, perubahan, dan penghapusan data. Sistem mampu menyimpan data yang memenuhi persyaratan serta menampilkan perubahan setelah proses pembaruan dilakukan. Validasi terhadap data wajib mencegah penyimpanan informasi yang belum lengkap, sedangkan hubungan data siswa dengan kelas dan komponen akademik menjaga konsistensi penggunaan data pada modul lain. Fungsi tersebut menjadi penting karena data siswa merupakan entitas utama yang terhubung dengan nilai, absensi, catatan, kesehatan, dan rapor (Rahayu et al., 2024).

Pengujian input nilai sumatif menilai kemampuan sistem menerima masukan yang valid dan menolak data yang tidak sesuai. Nilai pada rentang 0 sampai 100 dapat disimpan, sedangkan nilai di bawah 0, di atas 100, dan karakter nonnumerik ditolak. Validasi tersebut mengurangi kemungkinan kesalahan format serta mencegah data yang tidak logis masuk ke dalam proses rekapitulasi. Fungsi pengendalian masukan memiliki kedudukan penting karena kesalahan pada tahap input dapat memengaruhi leger, deskripsi capaian, serta rapor akhir.

Pengujian pengajuan rapor menunjukkan bahwa sistem hanya menerima pengajuan ketika komponen nilai telah lengkap. Pengajuan ditolak apabila masih terdapat data nilai yang kosong, kemudian sistem menampilkan informasi mengenai ketidaklengkapan tersebut. Wali kelas memperoleh kesempatan untuk melengkapi data sebelum melakukan pengajuan ulang. Mekanisme ini menerapkan kontrol preventif karena rapor yang belum lengkap tidak dapat masuk ke tahap pemeriksaan kepala sekolah.

Pengujian persetujuan rapor mencakup skenario persetujuan, penolakan, serta pemeriksaan persyaratan administratif. Kepala sekolah dapat mengubah status pengajuan menjadi disetujui atau ditolak berdasarkan hasil peninjauan. Sistem juga menolak persetujuan ketika tanda tangan kepala sekolah belum tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerbitan rapor telah dilengkapi kontrol formal yang menghubungkan status dokumen dengan kelengkapan administrasi.

Pengujian pencetakan rapor memperlihatkan bahwa dokumen hanya dapat dicetak setelah memperoleh persetujuan. Sistem menolak pencetakan pada rapor berstatus diajukan atau ditolak. Rapor yang telah disetujui dapat ditampilkan dan dihasilkan dalam format dokumen digital. Pembatasan tersebut menjaga agar laporan hasil belajar yang belum sah tidak terdistribusi kepada wali murid.

Pengujian manajemen pengguna mencakup penambahan, perubahan, penghapusan, dan validasi akun. Sistem dapat mengelola akun berdasarkan peran serta menolak alamat surel yang telah terdaftar. Keunikan identitas akun mendukung keterlacakan pengguna dan mengurangi risiko duplikasi kredensial. Pengujian kenaikan kelas memastikan bahwa data siswa dapat dipindahkan menuju kelas serta tahun ajaran berikutnya berdasarkan proses yang telah ditentukan. Fungsi tersebut menjaga kesinambungan data akademik antartahun tanpa mengharuskan pembuatan ulang profil siswa.

Keseluruhan hasil pengujian memperlihatkan bahwa aturan proses bisnis telah diterapkan menjadi kontrol fungsional dalam aplikasi. Keberhasilan fungsi tidak hanya ditandai oleh kemampuan sistem menjalankan perintah, tetapi juga oleh kemampuannya menolak proses yang tidak memenuhi ketentuan. Penolakan nilai di luar rentang, pengajuan rapor belum lengkap, persetujuan tanpa tanda tangan, pencetakan sebelum persetujuan, serta penggunaan surel ganda membuktikan bahwa sistem memiliki validasi pada titik-titik kritis. Pengujian tersebut mendukung tujuan pengembangan sistem karena proses akademik tidak lagi sepenuhnya bergantung pada pemeriksaan manual pengguna.

Hasil pengujian juga memperlihatkan keterhubungan antarmodul. Data siswa menjadi dasar input nilai, nilai menjadi bahan penyusunan rapor, kelengkapan rapor menentukan pengajuan, status persetujuan menentukan pencetakan, sedangkan akun pengguna menentukan kewenangan setiap proses. Keberhasilan satu fungsi tidak berdiri sendiri karena keluaran modul sebelumnya memengaruhi operasi modul berikutnya. Struktur tersebut memperlihatkan bahwa pengujian fungsional sekaligus mengonfirmasi integrasi alur pengelolaan rapor.

Analisis Pengurangan Human Error dan Penyederhanaan Proses Rapor

Menurut Alhamid, (2025) kontribusi sistem terhadap pengurangan risiko *human error* terlihat melalui penghapusan sejumlah tahapan input berulang. Sistem lama mengharuskan guru mata pelajaran memasukkan nilai ke dalam file masing-masing, kemudian wali kelas memindahkan kembali nilai tersebut ketika melakukan rekapitulasi. Sistem usulan memungkinkan guru memasukkan nilai langsung ke basis data yang sama sehingga wali kelas dapat menggunakan data tersebut untuk penyusunan leger dan rapor. Pengurangan pemindahan data memperkecil kemungkinan kesalahan ketik, ketidaksesuaian nilai, serta penggunaan versi file yang berbeda. Konsep E-Rapor pada dasarnya memusatkan pengolahan nilai dalam satu basis data untuk mengubah proses manual menjadi otomatisasi sistematis serta mengurangi kesalahan manusia akibat perpindahan data berulang.

Validasi nilai juga berperan sebagai pengendalian kesalahan pada tahap awal. Sistem tidak menerima nilai di luar rentang yang ditentukan maupun karakter yang tidak sesuai. Kesalahan dapat dicegah sebelum data tersimpan dan digunakan dalam perhitungan berikutnya. Validasi semacam ini lebih efektif dibandingkan pemeriksaan setelah seluruh nilai direkap karena kesalahan ditangani pada saat masukan dilakukan (Musthofa et al., 2016). Mekanisme tersebut tidak menghilangkan seluruh kemungkinan kesalahan, terutama apabila pengguna memasukkan angka yang berada dalam rentang valid tetapi tidak sesuai dengan nilai sebenarnya. Sistem tetap mengurangi jenis kesalahan yang berkaitan dengan format, rentang, kelengkapan, dan kewenangan akses.

Basis data terpusat mengurangi fragmentasi serta perbedaan versi data. Setiap komponen akademik merujuk pada sumber data siswa, kelas, mata pelajaran, dan periode yang sama. Perubahan data pada entitas utama dapat digunakan oleh modul terkait tanpa mengedit sejumlah file secara terpisah. Pengelolaan relasional tersebut meningkatkan konsistensi dan memudahkan penelusuran informasi. Putra & Muflih, (2024) menunjukkan bahwa basis data relasional dapat meningkatkan efisiensi pencarian serta pengelolaan informasi.

Pemeriksaan kelengkapan sebelum pengajuan rapor mengurangi risiko dokumen yang belum sempurna masuk ke tahap persetujuan. Sistem menolak pengajuan ketika masih terdapat nilai kosong, sedangkan kepala sekolah memiliki fungsi untuk menyetujui atau menolak dokumen setelah melakukan peninjauan. Persetujuan tersebut menjadi lapisan kontrol tambahan yang memisahkan proses penyusunan dan pengesahan. Pembatasan pencetakan berdasarkan status persetujuan selanjutnya mencegah rapor belum sah diterbitkan. Rangkaian validasi tersebut menunjukkan bahwa pengurangan *human error* tidak hanya dilakukan melalui pengendalian input, tetapi juga melalui pengendalian alur proses.

Penyederhanaan rekapitulasi terlihat melalui penggunaan data nilai yang sama untuk penyusunan leger, deskripsi capaian, dan rapor. Wali kelas tidak perlu menggabungkan file dari setiap guru atau memasukkan ulang data ke format rapor. Sistem menghubungkan nilai, absensi, catatan, kesehatan, serta komponen akademik dan nonakademik lain dalam satu keluaran laporan. Sirait & Pasaribu, (2022) menemukan bahwa sistem E-Rapor berbasis web mampu mempercepat pengolahan serta pencetakan rapor, sedangkan Azfar & Anggita, (2024) menunjukkan bahwa penggunaan *Laravel* dan *MySQL* mendukung efisiensi pendataan akademik melalui hak akses terstruktur. Hasil penelitian ini sejalan dengan kedua temuan tersebut karena integrasi modul mengurangi aktivitas manual dan memperjelas aliran data.

Penyederhanaan distribusi diwujudkan melalui kemampuan sistem menghasilkan rapor digital yang dapat dicetak atau diunduh. Wali murid memperoleh akses *read-only* terhadap rapor anak setelah dokumen memperoleh persetujuan. Mekanisme ini mengurangi ketergantungan pada penyerahan dokumen fisik serta memungkinkan informasi hasil belajar diperoleh melalui akun yang telah ditentukan. Pembatasan *read-only* menjaga integritas data karena wali murid dapat mengakses informasi tanpa memiliki kewenangan melakukan perubahan.

Hasil implementasi dan pengujian menjawab rumusan masalah ketiga karena metode *Waterfall* telah menghasilkan sistem yang mengikuti kebutuhan pengguna, menerapkan kontrol fungsional, serta menyederhanakan tahapan pengelolaan rapor. Validasi input, pembatasan hak akses, pemeriksaan kelengkapan, persetujuan kepala sekolah, basis data terpusat, dan pencetakan digital mendukung pengurangan risiko kesalahan serta penghapusan sejumlah kegiatan manual. Bukti penelitian mendukung kesimpulan bahwa sistem mampu mengurangi peluang kesalahan pengolahan data dan membuat proses rekapitulasi serta distribusi lebih terstruktur.

Penilaian mengenai percepatan proses perlu ditempatkan sesuai ruang lingkup bukti yang tersedia. Penelitian belum menyajikan perbandingan durasi penyusunan rapor sebelum dan sesudah penerapan sistem, frekuensi kesalahan aktual, maupun persentase efisiensi. Kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan ialah bahwa sistem mengurangi tahapan penginputan ulang, menyederhanakan alur rekapitulasi, serta menyediakan distribusi rapor secara digital. Pengujian waktu proses, tingkat penerimaan pengguna, dan jumlah kesalahan pada implementasi penuh dapat digunakan sebagai pengembangan penelitian berikutnya.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menghasilkan Sistem Informasi E-Rapor berbasis web yang mengintegrasikan data siswa, guru, mata pelajaran, nilai, absensi, catatan wali kelas, leger, serta rapor dalam satu sistem terpusat. Pengembangan sistem menggunakan metode *Waterfall* melalui tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sehingga aplikasi sesuai dengan kebutuhan SD Muhammadiyah 24 Jakarta. Sistem mendukung kerja multiuser berdasarkan hak akses, yaitu guru mata pelajaran menginput nilai, wali kelas memverifikasi dan mencetak rapor, kepala sekolah memberikan persetujuan, sedangkan wali murid mengakses hasil belajar secara digital. Penggunaan basis data terpusat dan validasi sistem mengurangi penginputan ulang, duplikasi data, serta risiko kesalahan pengolahan nilai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fungsi autentikasi, pengelolaan data master, input nilai, absensi, catatan wali kelas, pengajuan dan persetujuan rapor, pencetakan leger, serta pencetakan rapor PDF telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional.

Pengembangan selanjutnya perlu memperluas cakupan sistem ke seluruh jenjang kelas di SD Muhammadiyah 24 Jakarta, mengintegrasikannya dengan layanan akademik lain seperti absensi, pembayaran, jadwal pelajaran, dan Dapodik, serta menambahkan notifikasi otomatis melalui email atau aplikasi pesan. Peningkatan keamanan juga diperlukan melalui autentikasi dua faktor, pencadangan data otomatis, dan enkripsi yang lebih kuat. Aksesibilitas sistem dapat ditingkatkan melalui pengembangan aplikasi mobile berbasis Android dan iOS. Pelatihan bagi seluruh pengguna perlu dilakukan sebelum penerapan penuh agar setiap fitur dapat dimanfaatkan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhamid, S. (2025). *Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Nilai Siswa Berbasis Web Di Smk Muhammadiyah Aimas*. Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
- Anhar, R., Kurniawati, S. D., Syahid, M., & Anwar, C. (2025). Pengujian Fungsionalitas Aplikasi Peminjaman Ruang Kelas Berbasis Web (Pinjam Kelas Web-App) Menggunakan

- Metode Blackbox Testing. *Journal Of Information Systems And Business Technology*, 1(4), 125–130.
- Azfar & Anggita. (2024). Penerapan Metode Waterfall Pada Sistem Informasi E-Rapor. *Inf. Syst. J.*, 7(1), 45. <https://doi.org/10.24076/Infosjournal.2024v7i01.1582>
- Dwiyanti Sunardi, U. (2026). *Peran Manajemen Kearsipan Digital Dalam Meningkatkan Layanan Administrasi Kesiswaan Di Man 2 Parepare*. Iain Pare Pare.
- Fatman, Y. (2023). Sistem Informasi Akademik Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall (Studi Kasus: Tk Santa Eka Puhu). *Intecom J. Inf. Technol. Comput. Sci*, 6(1), 406. <https://doi.org/10.31539/Intecom.V6i1.6202>
- Gumilar, E. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Pada Sekolah Dasar Negeri 2 Landungsari. *Jurnal Repositor*, 2(9). <https://doi.org/10.22219/Repositor.V2i9.796>
- Hidayah & Subrata. (2025). Rancangan Sistem Informasi Rapor Siswa Pada Ra Hidayatut Tholibin Adiwerna Berbasis Website Jurnal Manajemen Teknologi Dan Sistem Informasi (Jms). *J. Manaj. Teknol. Dan Sist. Inf*, 5, 969.
- Ikhwan. (2025). Rancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Data Di Sma Swasta Yayasan Perguruan Keluarga Pematang Siantar. *Simtek J. Sist. Inf. Dan Tek. Komput*, 10(1), 47–52. <https://doi.org/10.51876/Simtek.V10i1.1466>
- Irawan, R., Kom, M., & Syar, N. I. (2026). *Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Beban Kinerja Dosen Menggunakan Framework Laravel: Pendekatan Research And Development*. Penerbit K-Media.
- Kafbiyah, L. K., & Others. (2025). *Analisis Strategi Penurunan Kejadian Medication Error Dengan Pendekatan Human Factor Analysis And Classification System (Hfacs) Di Rumah Sakit "X" Tahun 2024= Strategy Analysis To Reduce Medication Error Incidents Using The Human Factor Analysis And Classification System (Hfacs) Approach At Hospital "X" In 2024*. Universitas Hasanuddin.
- Musthofa, N. A., Mutrofin, S., & Murtadho, M. A. (2016). Implementasi Quick Response (Qr) Code Pada Aplikasi Validasi Dokumen Menggunakan Perancangan Unified Modelling Language (Uml). *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 10(1).
- Musyari, E. A. (2023). Laravel Framework-Based Information System Of The Department Of Information Technology Of Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. *Merg. Inf. Sci. Technol*, 4(2), 48. <https://doi.org/10.18196/Eist.V4i2.20736>
- Prehanto, D. R., Kom, S., & Kom, M. (2020). *Buku Ajar Konsep Sistem Informasi*. Scopindo Media Pustaka.
- Putra & Muflih. (2024). Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Sma Negeri 1 Gombong Berbasis Web Menggunakan Hypertext Preprocessor (Php) Dan Mysql. *J. Kridatama Sains Dan Teknol*, 6(2). <https://doi.org/10.53863/Kst.V6i02.1245>
- Rahayu, Y. S., Saputra, Y., & Irawan, D. (2024). Implementasi Metode Waterfall Pada Pengembangan Sistem Informasi Mobile E-Disarpus. *Zonasi: Jurnal Sistem Informasi*, 6(2), 523–534.
- Safitri, S. (2025). *Analisis Dan Perancangan Sistem E-Rapor Sman 6 Muaro Jambi Berbasis Web Menggunakan Metode Ssad*. Universitas Jambi.
- Sirait & Pasaribu. (2022). Perancangan Sistem Informasi E-Rapor Berbasis Web Pada Sd Wahana Harapan Kedaung. *J. Sist. Inf. Dan Teknol*, 1(3), 6. <https://doi.org/10.56995/Sintek.V1i2>
- Sofian & Ghozali. (2026). Perancangan Perangkat Lunak Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall. *J. Teknol. Inf. Dan Komun*, 16(1). <https://doi.org/10.56244/Fiki.V16i1.1159>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Dan R&D*. Alfabeta.

Sugiyono, M. R. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif. Untuk Penelitian Yang Bersifat Eksploratif, Enterpretif, Interaktif, Dan Konstruktif. Cocok Untuk 1. Mahasiswa Si, S2, Dan S3. 2. Dosen Dan Peneliti Ed. 3 Cet. 3 Thn. 2020.*