

JELTec (Journal of Learning Technology)
JELTec, Volume 04, Number 02, September 2026
E ISSN: 2986-3538; P ISSN: 2986-4364, pp. 157-174
https://journal.yhmm.or.id/index.php/JELTec
DOI: 10.56327/**JELTec**.v13i2.1297

Pengembangan Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Semaka Tanggamus

Ana Mardiana[1], Miswan Gumanti[2], Las Sundari[1]
[1]Prodi Sistem Informasi, Institut Bakti Nusantara, Lampung
[2]Prodi Manajeman, Bakti Nusantara, Lampung
[2]Prodi Manajeman Pendidikan Isalam, STIT Pringsewu, Lampung
[1,2]Jalan Wisma Rini, No.09 Pringsewu, Lampung, Indonesia
[3]Jalan Irigasi, Wonokriyo, Gadingrejo, Pringsewu, Lampung, Indonesia
E- mail: anelcenel2@gmail.com, mgumanti0205@gmail.com, lassundari@gmail.com

Article history:
Received: July 23, 2026
Revised: August 22, 2026
Accepted: September 12, 2026

Corresponding authors
anelcenel2@gmail.com

Keywords:
Black-Box Testing; Computer Laboratory Scheduling; Educational Information Systems; Role-Based Access Control; Web-Based Management System.

Abstract
Efficient computer laboratory scheduling is essential for optimizing educational resources, minimizing timetable conflicts, and supporting digital school management. However, fragmented administrative processes and limited scheduling coordination often hinder laboratory utilization in secondary schools. This study develops a web-based computer laboratory scheduling management system at SMA Negeri 1 Semaka, Tanggamus, Indonesia, integrating role-based access control, timetable conflict validation, and laboratory utilization monitoring. The system was developed using the System Development Life Cycle (SDLC) Waterfall model, encompassing requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. Four user roles were accommodated: laboratory administrators, teachers, students, and academic vice principals. Functional evaluation was designed using Black-Box Testing involving 66 participants, comprising two laboratory administrators, four teachers, one academic vice principal, and 59 students. The evaluation framework included 27 functional scenarios, corresponding to 272 planned test executions. The system integrates laboratory scheduling, booking requests, conflict detection, approval workflows, and responsive monitoring dashboards. Its principal contribution lies in combining role-based scheduling governance with time-overlap validation and centralized resource monitoring within a unified educational platform. Although functional success rates remain subject to empirical verification, the proposed system establishes a structured foundation for improving scheduling coordination, administrative transparency, and laboratory resource management.

This is an open access article under the CC–BY-SA license.

I. PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam sektor pendidikan telah mendorong perubahan paradigma pengelolaan institusi pendidikan dari sistem administrasi konvensional menuju sistem informasi yang terintegrasi, adaptif, dan berbasis teknologi. Pemanfaatan teknologi informasi pada lingkungan sekolah tidak lagi terbatas pada kegiatan pembelajaran, tetapi juga mencakup pengelolaan administrasi akademik, penjadwalan pembelajaran, manajemen sarana dan prasarana, serta optimalisasi pemanfaatan sumber daya pendidikan. Sistem informasi sekolah memiliki peran strategis dalam meningkatkan efisiensi operasional, akurasi pengolahan data, transparansi informasi, dan efektivitas pengambilan keputusan. Dalam konteks transformasi pendidikan, integrasi teknologi digital membutuhkan kesiapan infrastruktur, kompetensi sumber daya manusia, serta tata kelola yang mendukung keberlanjutan implementasi teknologi [1]. Salah satu aspek penting dalam pengelolaan sumber daya pendidikan adalah manajemen laboratorium komputer yang berfungsi sebagai fasilitas pendukung pembelajaran teknologi informasi, literasi digital, dan pengembangan keterampilan komputasi peserta didik. Pengelolaan laboratorium yang belum didukung sistem informasi terstruktur berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian jadwal penggunaan, keterlambatan penyampaian informasi, dan rendahnya efektivitas pemanfaatan fasilitas. Oleh karena itu, pengembangan sistem informasi manajemen penjadwalan laboratorium komputer berbasis web menjadi salah satu pendekatan yang relevan dalam mendukung modernisasi tata kelola sekolah.

Perkembangan sistem informasi pendidikan memiliki keterkaitan erat dengan peningkatan penetrasi internet, khususnya pada kelompok usia sekolah dan generasi muda. Berdasarkan Survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), jumlah pengguna internet di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 221,56 juta jiwa dengan tingkat penetrasi sebesar 79,5%, kemudian meningkat menjadi sekitar 229,43 juta pengguna atau 80,66% pada tahun 2025 [2], [3]. Pada survei tahun 2024, penetrasi internet kelompok Generasi Z mencapai 87,02%, sedangkan kontribusinya terhadap keseluruhan pengguna internet mencapai 34,4%, menunjukkan tingginya keterlibatan generasi muda dalam ekosistem digital [2]. Selain itu, studi UNICEF mengenai perilaku daring anak di Indonesia menunjukkan bahwa 89% anak dalam sampel penelitian menggunakan internet setiap hari dengan rata-rata durasi penggunaan mencapai 5,4 jam [4]. Tingginya intensitas penggunaan internet tersebut memperlihatkan peluang penerapan layanan informasi berbasis web yang mudah diakses oleh komunitas pendidikan. Namun, peningkatan aksesibilitas digital belum secara otomatis menjamin efektivitas tata kelola sumber daya sekolah. Oleh sebab itu, diperlukan pengembangan sistem informasi yang tidak hanya menyediakan akses informasi, tetapi juga mendukung pengelolaan fasilitas pembelajaran secara sistematis, akurat, dan berkelanjutan, termasuk pengaturan penggunaan laboratorium komputer.

Laboratorium komputer merupakan salah satu infrastruktur pendidikan yang berperan penting dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi, pengembangan kompetensi digital, pelaksanaan praktikum, serta kegiatan asesmen berbantuan komputer. Optimalisasi penggunaan laboratorium membutuhkan koordinasi antara jadwal mata pelajaran, ketersediaan ruang, jumlah perangkat komputer, guru pengampu, dan kebutuhan pembelajaran peserta didik. Msambwa et al. [5], melalui kajian sistematis mengenai integrasi teknologi informasi dan komunikasi pada pendidikan menengah, menegaskan bahwa keberhasilan pemanfaatan teknologi dipengaruhi oleh kesesuaian teknologi dengan tujuan pembelajaran, kesiapan pengguna, dan pemeliharaan infrastruktur pendukung. Selanjutnya, Timotheou et al. [6] menjelaskan bahwa transformasi digital sekolah merupakan proses multidimensional yang melibatkan faktor

teknologi, organisasi, serta kapasitas institusi dalam mengelola perubahan. Dalam konteks SMA Negeri 1 Semaka, Kabupaten Tanggamus, pengelolaan jadwal laboratorium komputer menjadi aspek yang relevan untuk dikaji karena penggunaan fasilitas secara bersama memerlukan mekanisme koordinasi yang terstruktur. Tanpa mekanisme pengendalian jadwal yang memadai, sekolah berpotensi menghadapi benturan waktu penggunaan laboratorium, perubahan jadwal yang tidak terdokumentasi, serta keterbatasan informasi mengenai ketersediaan fasilitas. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya sistem manajemen penjadwalan berbasis web yang mampu mengintegrasikan informasi penggunaan laboratorium dan mendukung koordinasi antar pengguna secara lebih efektif.

Penjadwalan laboratorium komputer merupakan permasalahan manajemen sumber daya yang melibatkan berbagai batasan operasional, seperti ketersediaan ruang, waktu pembelajaran, kebutuhan praktikum, dan prioritas penggunaan fasilitas. Kompleksitas tersebut semakin meningkat apabila laboratorium digunakan oleh beberapa kelas atau guru pada periode yang berdekatan. Burke dan Petrovic [7] mengemukakan bahwa permasalahan penjadwalan pendidikan termasuk dalam kategori timetabling problems yang memerlukan pengelolaan sejumlah batasan agar alokasi sumber daya dapat dilakukan secara konsisten dan efisien. Penggunaan pencatatan manual atau dokumen jadwal yang tidak terintegrasi berisiko menimbulkan duplikasi pemesanan, kesalahan pembaruan informasi, dan kesulitan pemantauan riwayat penggunaan fasilitas. Dalam pengembangan sistem penjadwalan laboratorium komputer di SMA Negeri 1 Semaka, permasalahan yang perlu dianalisis mencakup bagaimana proses penyusunan jadwal berlangsung, bagaimana guru memperoleh informasi ketersediaan laboratorium, serta bagaimana pihak pengelola mengendalikan perubahan jadwal. Berdasarkan kebutuhan tersebut, sistem yang dikembangkan diarahkan untuk menyediakan pengelolaan data laboratorium, jadwal penggunaan, pemesanan waktu praktikum, pemeriksaan benturan jadwal, dan penyajian laporan penggunaan laboratorium. Dengan demikian, sistem informasi tidak hanya berfungsi sebagai media pencatatan administratif, tetapi juga sebagai instrumen pengendalian operasional fasilitas pendidikan.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menunjukkan relevansi penerapan sistem informasi dan teknologi penjadwalan dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan sumber daya pendidikan. Dimopoulou dan Miliotis [8] mengembangkan sistem penjadwalan perkuliahan berbantuan komputer dengan memanfaatkan basis data terpusat untuk mendukung penyusunan jadwal pada lingkungan perguruan tinggi. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa integrasi informasi dan mekanisme penjadwalan terkomputerisasi dapat digunakan untuk menangani kompleksitas alokasi kegiatan akademik. Burke dan Petrovic [7] mengkaji pendekatan penjadwalan otomatis menggunakan metode heuristik, algoritma evolusioner, serta pendekatan multikriteria untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan yang memiliki berbagai batasan. Sementara itu, Timotheou et al. [6] melalui kajian literatur mengidentifikasi bahwa keberhasilan penerapan teknologi digital di sekolah dipengaruhi oleh kesiapan organisasi, infrastruktur, dan kemampuan institusi dalam memanfaatkan teknologi. Penelitian Msambwa et al. [5] juga menegaskan pentingnya integrasi teknologi yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran pada jenjang pendidikan menengah. Temuan dari penelitian-penelitian tersebut memberikan landasan konseptual bahwa pengembangan sistem manajemen penjadwalan laboratorium komputer perlu mempertimbangkan integrasi basis data, pengendalian batasan jadwal, kemudahan akses pengguna, dan kesesuaian dengan kebutuhan operasional sekolah.

Meskipun penelitian mengenai sistem penjadwalan akademik dan transformasi digital pendidikan telah berkembang, masih terdapat kesenjangan penelitian yang relevan untuk dikaji lebih lanjut. Penelitian Dimopoulou dan Miliotis [8] berfokus pada penyusunan jadwal perkuliahan dalam lingkungan perguruan tinggi, sedangkan Burke dan Petrovic [7]

lebih menekankan pengembangan pendekatan komputasional untuk menyelesaikan persoalan penjadwalan yang kompleks. Di sisi lain, penelitian Timotheou et al. [6] dan Msambwa et al. [5] membahas transformasi digital dan integrasi teknologi pendidikan dalam cakupan yang lebih luas, tanpa secara khusus mengevaluasi pengelolaan jadwal laboratorium komputer pada tingkat sekolah menengah atas. Berdasarkan cakupan penelitian yang ditelaah, terdapat peluang penelitian dalam mengembangkan sistem berbasis web yang mengintegrasikan manajemen ketersediaan laboratorium, pengajuan penggunaan oleh guru, validasi benturan jadwal, dan monitoring penggunaan fasilitas pada satu platform. Kesenjangan tersebut mencakup aspek kontekstual, yaitu penerapan pada lingkungan SMA dengan karakteristik operasional yang berbeda dari perguruan tinggi, serta aspek fungsional, yaitu kebutuhan integrasi proses penjadwalan dan pengawasan penggunaan laboratorium. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk menjembatani kebutuhan praktis pengelolaan fasilitas sekolah dengan pendekatan pengembangan sistem informasi yang terstruktur dan dapat dievaluasi secara empiris.

Kebaruan yang diusulkan dalam penelitian ini terletak pada pengembangan sistem manajemen penjadwalan laboratorium komputer berbasis web yang mengintegrasikan proses perencanaan, pengajuan, validasi, pemantauan, dan pelaporan penggunaan laboratorium dalam satu lingkungan sistem informasi. Berbeda dari pendekatan penjadwalan akademik yang berorientasi pada alokasi mata kuliah dan ruang secara umum [7], [8], penelitian ini menempatkan laboratorium komputer sebagai sumber daya pembelajaran bersama yang memerlukan pengendalian ketersediaan secara spesifik. Kontribusi fungsional yang diusulkan mencakup pemeriksaan otomatis terhadap potensi benturan jadwal, pengelolaan hak akses berdasarkan peran pengguna, pembaruan informasi ketersediaan laboratorium, serta penyediaan riwayat penggunaan sebagai dasar evaluasi pengelolaan fasilitas. Dari aspek implementasi, penelitian ini mengadaptasi prinsip pengelolaan sumber daya pendidikan berbasis teknologi [5], [6] ke dalam kebutuhan operasional SMA Negeri 1 Semaka, Kabupaten Tanggamus. Kebaruan penelitian tidak diletakkan pada penggunaan teknologi web semata, melainkan pada integrasi mekanisme pengendalian jadwal dan pengelolaan fasilitas yang disesuaikan dengan kebutuhan sekolah. Pendekatan tersebut diharapkan menghasilkan kontribusi praktis berupa model sistem yang dapat direplikasi pada sekolah menengah dengan karakteristik pengelolaan laboratorium yang serupa.

Masalah penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengembangkan sistem manajemen penjadwalan laboratorium komputer berbasis web yang sesuai dengan kebutuhan operasional SMA Negeri 1 Semaka, bagaimana mengimplementasikan mekanisme validasi untuk meminimalkan benturan jadwal penggunaan laboratorium, serta bagaimana mengevaluasi kualitas fungsional dan kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi yang mampu mengelola data laboratorium, jadwal pembelajaran, pengajuan penggunaan fasilitas, pengendalian konflik jadwal, serta penyajian informasi dan laporan penggunaan laboratorium secara terintegrasi. Selain itu, penelitian diarahkan untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi sistem melalui pengujian black-box dan menilai penerimaan pengguna melalui instrumen evaluasi yang relevan. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan memperkaya kajian pengembangan sistem informasi manajemen fasilitas pendidikan, khususnya pada aspek integrasi proses penjadwalan dan pengendalian sumber daya pembelajaran. Secara praktis, hasil penelitian diharapkan memberikan solusi yang dapat membantu pihak sekolah meningkatkan akurasi penjadwalan, transparansi informasi, koordinasi antarpengguna, dan efektivitas pemanfaatan laboratorium komputer. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada penguatan tata kelola fasilitas pembelajaran melalui implementasi sistem informasi berbasis web yang terukur dan sesuai dengan kebutuhan institusi pendidikan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan metode pengembangan sistem *System Development Life Cycle (SDLC) model Waterfall*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, studi dokumentasi, dan studi literatur. Pengujian fungsional sistem menggunakan metode *Black-Box Testing* untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi aplikasi terhadap kebutuhan pengguna. Pendekatan tersebut dipilih karena penelitian berorientasi pada pengembangan produk sistem informasi yang mampu mengintegrasikan proses pengelolaan jadwal, pengajuan penggunaan laboratorium, validasi konflik jadwal, dan pelaporan penggunaan fasilitas secara terstruktur.

2.1. Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan *Research and Development (R&D)* yang bertujuan menghasilkan produk berupa sistem informasi manajemen penjadwalan laboratorium komputer berbasis web pada SMA Negeri 1 Semaka, Kabupaten Tanggamus. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan operasional sekolah, merancang solusi berbasis teknologi, mengimplementasikan sistem, serta mengevaluasi kesesuaian fungsional aplikasi terhadap kebutuhan pengguna. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah System Development Life Cycle (SDLC) dengan model Waterfall, yang menerapkan tahapan pengembangan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Model ini dipilih karena menyediakan tahapan pengembangan dan dokumentasi yang terstruktur sehingga setiap kebutuhan fungsional dapat ditelusuri sampai pada proses pengujian. Menurut Pressman dan Maxim [9], pengembangan perangkat lunak melalui pendekatan sekuensial menekankan pentingnya spesifikasi kebutuhan dan validasi pada setiap tahapan untuk menghasilkan sistem yang sesuai dengan tujuan pengembangan. Dalam penelitian ini, sistem dirancang untuk mendukung pengelolaan jadwal laboratorium, pemeriksaan benturan penggunaan, pengaturan hak akses pengguna, serta penyediaan informasi ketersediaan fasilitas secara terintegrasi.

2.2. Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Semaka, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung, dengan objek penelitian berupa proses pengelolaan dan penjadwalan penggunaan laboratorium komputer. Fokus penelitian mencakup mekanisme penyusunan jadwal praktikum, pengajuan penggunaan laboratorium, koordinasi antara guru dan pengelola laboratorium, serta pencatatan riwayat pemanfaatan fasilitas. Subjek yang dilibatkan dalam pengumpulan kebutuhan sistem meliputi pengelola laboratorium komputer, guru mata pelajaran yang menggunakan laboratorium, dan pihak sekolah yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan sarana pembelajaran. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, yaitu menentukan informan berdasarkan keterlibatan langsung dan pengetahuannya terhadap proses penjadwalan laboratorium. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai dasar penyusunan kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem, termasuk identifikasi peran pengguna, mekanisme persetujuan jadwal, serta aturan pengendalian konflik penggunaan laboratorium.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan empat teknik yang saling melengkapi untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi operasional, kebutuhan pengguna, dan permasalahan penjadwalan laboratorium komputer. Teknik pertama adalah observasi, yaitu pengamatan langsung terhadap proses penyusunan jadwal, penggunaan fasilitas

laboratorium, serta mekanisme koordinasi antara guru dan pengelola laboratorium. Observasi diarahkan untuk mengidentifikasi alur kerja, ketersediaan fasilitas, dan potensi benturan penggunaan laboratorium. Teknik kedua adalah wawancara semi-terstruktur dengan pengelola laboratorium, guru, dan pihak sekolah untuk menggali kebutuhan pengguna, kendala administrasi, prosedur perubahan jadwal, serta harapan terhadap sistem yang dikembangkan. Teknik ketiga adalah studi dokumentasi melalui penelaahan jadwal pelajaran, daftar inventaris laboratorium, data kelas, dan dokumen administrasi penggunaan fasilitas yang tersedia. Teknik keempat adalah studi literatur terhadap artikel ilmiah, buku, dan penelitian sebelumnya mengenai sistem informasi pendidikan, penjadwalan sumber daya, serta pengembangan perangkat lunak berbasis web. Penggunaan beberapa teknik pengumpulan data bertujuan meningkatkan kelengkapan informasi dan memungkinkan pemeriksaan silang terhadap kebutuhan sistem.

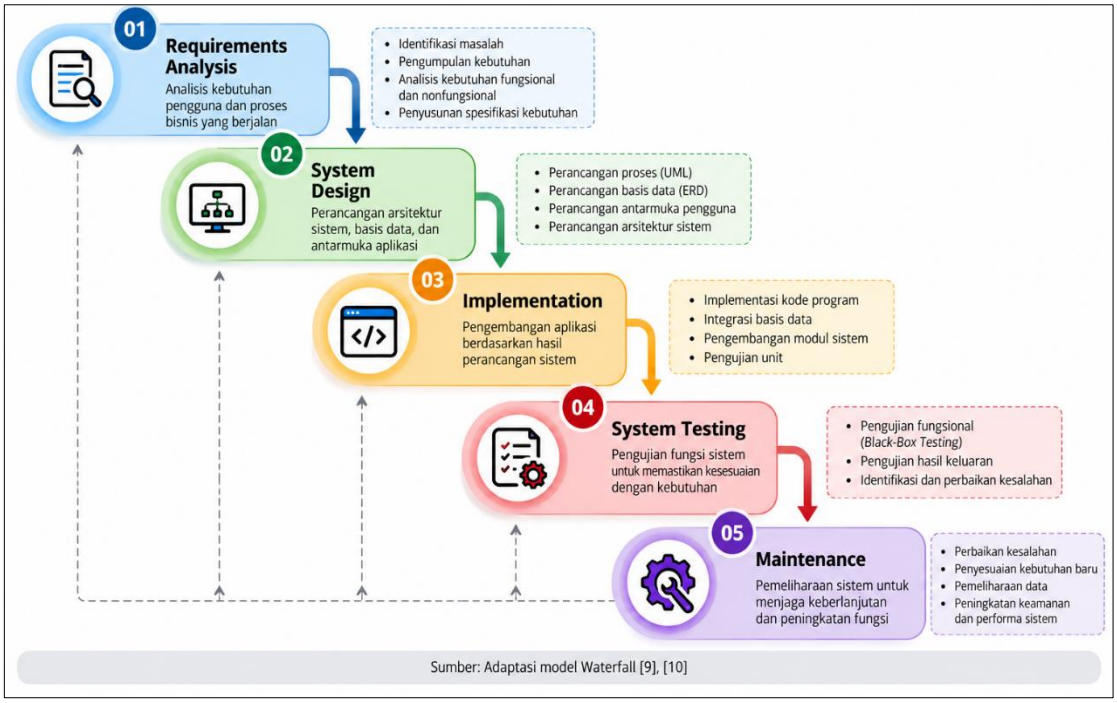
Tabel 1. Teknik pengumpulan data dan tujuan penelitian

Teknik	Sumber Data	Tujuan Pengumpulan
Observasi	Proses penjadwalan laboratorium	Mengidentifikasi alur kerja dan potensi konflik jadwal
Wawancara	Guru, pengelola laboratorium, pihak sekolah	Mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan aturan penjadwalan
Dokumentasi	Jadwal, data kelas, inventaris laboratorium	Menentukan struktur data dan batasan operasional
Studi literatur	Jurnal, buku, dan publikasi ilmiah	Menyusun landasan teori dan pendekatan pengembangan sistem

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui proses reduksi data, pengelompokan kebutuhan, dan penyusunan spesifikasi sistem. Hasil analisis digunakan untuk menentukan kebutuhan fungsional, seperti pengelolaan jadwal, pengajuan pemakaian laboratorium, validasi konflik waktu, dan pelaporan penggunaan fasilitas, serta kebutuhan nonfungsional berupa keamanan akses, kemudahan penggunaan, dan konsistensi penyimpanan data.

2.4. Metode Pengembangan Sistem Menggunakan SDLC

Pengembangan sistem menggunakan metode SDLC model Waterfall yang terdiri atas lima tahapan utama, yaitu requirements analysis, system design, implementation, testing, dan maintenance. Model ini digunakan karena setiap tahapan menghasilkan dokumen atau produk pengembangan yang dapat dievaluasi sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya. Sommerville [10] menjelaskan bahwa model Waterfall merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang mengorganisasikan aktivitas secara bertahap, sehingga spesifikasi kebutuhan, desain, implementasi, dan pengujian memiliki hubungan yang terstruktur.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Sistem SDLC

1. Analisis Kebutuhan (Requirements Analysis)
   Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan pengelolaan laboratorium komputer serta menentukan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan. Analisis dilakukan berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi mengenai proses penjadwalan yang berlaku di sekolah. Kebutuhan fungsional yang dirumuskan meliputi autentikasi pengguna, pengelolaan data laboratorium, pengelolaan data guru dan kelas, penyusunan jadwal praktikum, pengajuan penggunaan laboratorium, validasi konflik jadwal, serta pembuatan laporan penggunaan. Selain itu, kebutuhan nonfungsional mencakup keamanan autentikasi, pengendalian hak akses, kemudahan navigasi, dan kemampuan sistem menampilkan informasi secara konsisten. Hasil tahap ini berupa dokumen spesifikasi kebutuhan perangkat lunak (Software Requirements Specification) yang menjadi dasar perancangan dan pengujian sistem.
2. Perancangan Sistem (System Design)
   Tahap perancangan sistem dilakukan untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam model arsitektur perangkat lunak, struktur basis data, dan rancangan antarmuka aplikasi. Pemodelan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML), yang meliputi use case diagram untuk menggambarkan interaksi pengguna, activity diagram untuk memodelkan proses pengajuan dan persetujuan jadwal, sequence diagram untuk menjelaskan pertukaran informasi antar komponen, serta class diagram untuk mendeskripsikan struktur objek dan hubungan data. Perancangan basis data dilakukan menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD) dengan entitas utama berupa pengguna, guru, kelas, laboratorium, jadwal, pengajuan, dan riwayat penggunaan. Antarmuka aplikasi dirancang agar dapat diakses melalui peramban web dan mendukung aktivitas administrator, pengelola laboratorium, serta guru sesuai kewenangan masing-masing.
3. Implementasi Sistem (Implementation)

Tahap implementasi merupakan proses penerjemahan hasil perancangan ke dalam aplikasi berbasis web yang dapat dijalankan oleh pengguna. Implementasi mencakup pengembangan modul autentikasi, manajemen data master, penjadwalan laboratorium, pengajuan penggunaan, validasi benturan jadwal, dan pelaporan. Mekanisme pengendalian konflik diterapkan melalui pemeriksaan kesesuaian identitas laboratorium, tanggal penggunaan, waktu mulai, dan waktu selesai. Dua pengajuan penggunaan pada laboratorium yang sama dinyatakan mengalami konflik apabila interval waktu keduanya saling tumpang tindih. Sistem dirancang untuk menolak atau menandai pengajuan yang bertentangan dengan jadwal yang telah disetujui. Penyimpanan data dilakukan melalui basis data relasional untuk menjaga konsistensi informasi dan memudahkan penelusuran riwayat penggunaan laboratorium. Teknologi pemrograman, kerangka kerja, dan basis data yang digunakan perlu dicantumkan sesuai implementasi aktual.

4. Pengujian Sistem (System Testing)
   Tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi sistem terhadap spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan. Pengujian menggunakan pendekatan Black-Box Testing dengan teknik Equivalence Partitioning dan Boundary Value Analysis pada masukan yang relevan. Pengujian difokuskan pada autentikasi pengguna, pengelolaan data, pengajuan jadwal, pemeriksaan konflik waktu, perubahan status persetujuan, dan pembuatan laporan. Setiap skenario pengujian memiliki data masukan, keluaran yang diharapkan, keluaran aktual, dan status keberhasilan. Pengujian dilakukan tanpa mengevaluasi struktur internal kode program, sehingga penilaian berorientasi pada perilaku sistem dari perspektif pengguna. Hasil pengujian digunakan untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian fungsi sebelum sistem diterapkan dalam kegiatan operasional sekolah.
5. Pemeliharaan Sistem (Maintenance)
   Tahap pemeliharaan diarahkan untuk menjaga keberlanjutan penggunaan sistem setelah implementasi. Aktivitas pemeliharaan meliputi perbaikan kesalahan yang ditemukan selama penggunaan, penyesuaian konfigurasi jadwal berdasarkan perubahan kalender akademik, pengelolaan akun pengguna, pencadangan basis data, dan peningkatan keamanan aplikasi. Pemeliharaan juga mencakup evaluasi kebutuhan tambahan berdasarkan umpan balik pengguna. Tahap ini penting karena jadwal penggunaan laboratorium dapat mengalami perubahan sesuai kebutuhan pembelajaran dan kebijakan sekolah. Dengan demikian, sistem diharapkan dapat digunakan secara berkelanjutan dan tetap relevan terhadap perkembangan kebutuhan operasional SMA Negeri 1 Semaka.

2.5. Teknik Pengujian Sistem Menggunakan *Black-Box Testing*

Pengujian perangkat lunak dilakukan menggunakan metode *Black-Box Testing*, yaitu pendekatan pengujian yang memeriksa kesesuaian fungsi sistem berdasarkan hubungan antara masukan dan keluaran tanpa mempertimbangkan struktur internal kode program. Metode ini digunakan untuk memastikan setiap fitur sistem manajemen penjadwalan laboratorium komputer dapat menjalankan fungsi sesuai spesifikasi kebutuhan. Ammann dan Offutt [11] menjelaskan bahwa pengujian perangkat lunak berbasis spesifikasi dapat dilakukan dengan menyusun kasus uji berdasarkan domain masukan, kondisi batas, dan perilaku sistem yang diharapkan. Dalam penelitian ini, teknik Equivalence Partitioning digunakan untuk mengelompokkan masukan valid dan tidak valid, sedangkan *Boundary Value Analysis* diterapkan untuk memeriksa kondisi batas pada pengaturan waktu penggunaan laboratorium. Pengujian dilakukan terhadap fungsi utama aplikasi, terutama mekanisme pengajuan jadwal, deteksi benturan waktu, pengendalian hak akses, dan penyajian informasi ketersediaan laboratorium.

Tabel 2. Rancangan skenario pengujian Black-Box Testing

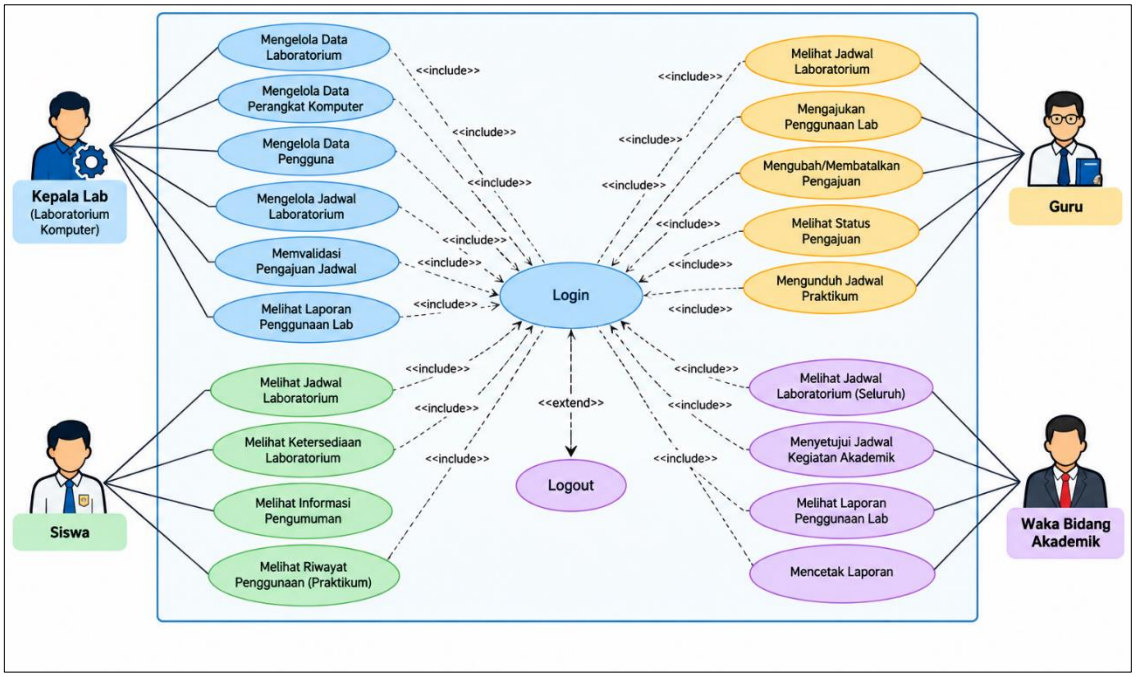
No.	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1	Login pengguna	Memasukkan kredensial valid dan tidak valid	Sistem menerima atau menolak akses sesuai kredensial
2	Pengelolaan data	Menambah, mengubah, dan menghapus data	Data tersimpan dan diperbarui sesuai perintah
3	Pengajuan jadwal	Mengajukan jadwal pada waktu tersedia	Pengajuan diterima untuk diproses
4	Validasi konflik	Mengajukan jadwal yang bertabrakan	Sistem menolak atau menandai konflik
5	Validasi waktu	Mengisi waktu selesai lebih awal dari waktu mulai	Sistem menolak masukan
6	Persetujuan jadwal	Menyetujui atau menolak pengajuan	Status jadwal diperbarui sesuai keputusan
7	Hak akses	Mengakses menu di luar kewenangan pengguna	Sistem membatasi akses
8	Laporan penggunaan	Memilih periode laporan	Sistem menampilkan data sesuai periode

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

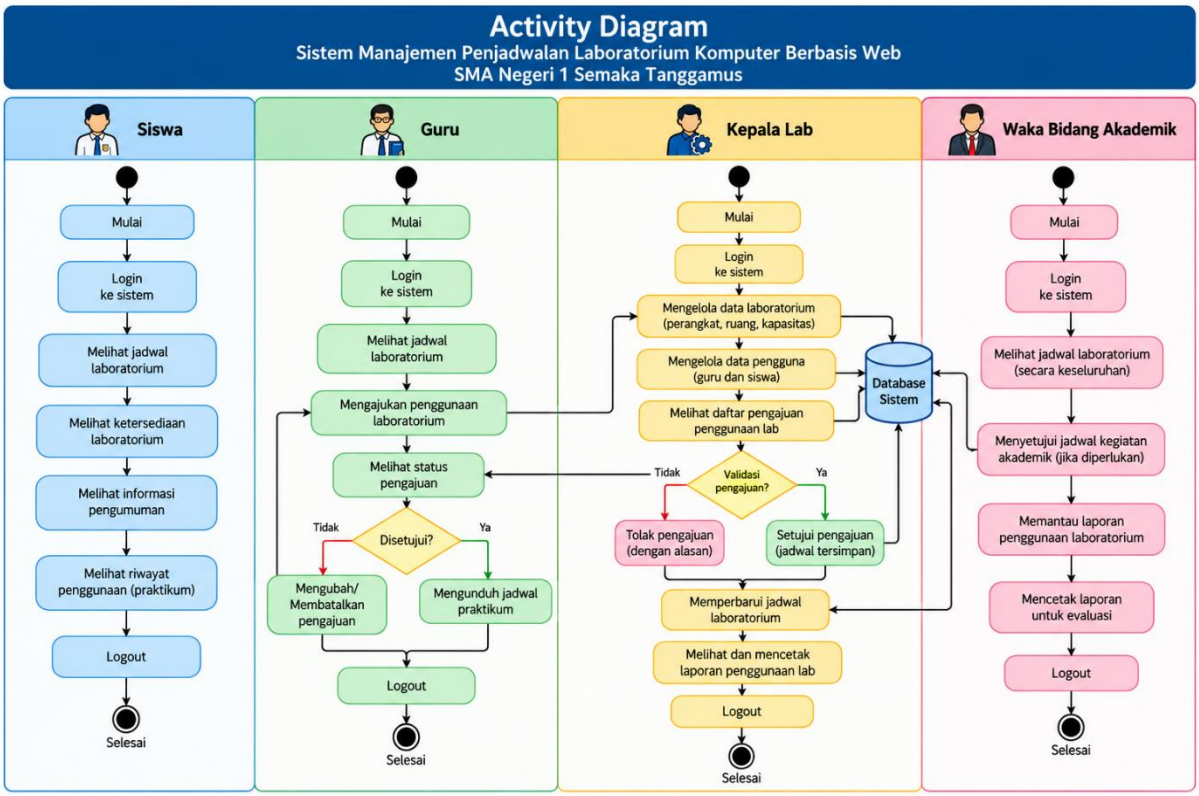
A. Desain dan Implementasi

Use Case Diagram menggambarkan rancangan interaksi antara empat aktor utama dalam Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Semaka Tanggamus, yaitu Kepala Laboratorium, Guru, Siswa, dan Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik. Kepala Laboratorium berperan sebagai pengelola utama yang memiliki kewenangan mengelola data laboratorium, perangkat komputer, pengguna, jadwal penggunaan, memvalidasi pengajuan, serta memantau laporan aktivitas laboratorium. Guru memiliki akses untuk melihat jadwal, mengajukan penggunaan laboratorium, mengubah atau membatalkan pengajuan, memantau status persetujuan, dan mengunduh jadwal praktikum. Siswa berperan sebagai pengguna informasi yang dapat melihat jadwal, memeriksa ketersediaan laboratorium, mengakses pengumuman, serta mengetahui riwayat kegiatan praktikum. Sementara itu, Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik memiliki kewenangan melakukan pengawasan, menyetujui jadwal kegiatan akademik, memantau laporan penggunaan, dan mencetak laporan sebagai bahan evaluasi. Setiap aktor memperoleh hak akses sesuai tanggung jawabnya melalui mekanisme autentikasi (login). Rancangan ini menunjukkan integrasi proses pengelolaan, pengajuan, persetujuan, dan monitoring jadwal laboratorium dalam satu sistem informasi berbasis web, sehingga diharapkan dapat meminimalkan benturan jadwal, meningkatkan transparansi informasi, serta mendukung efektivitas pengelolaan fasilitas pembelajaran di sekolah.

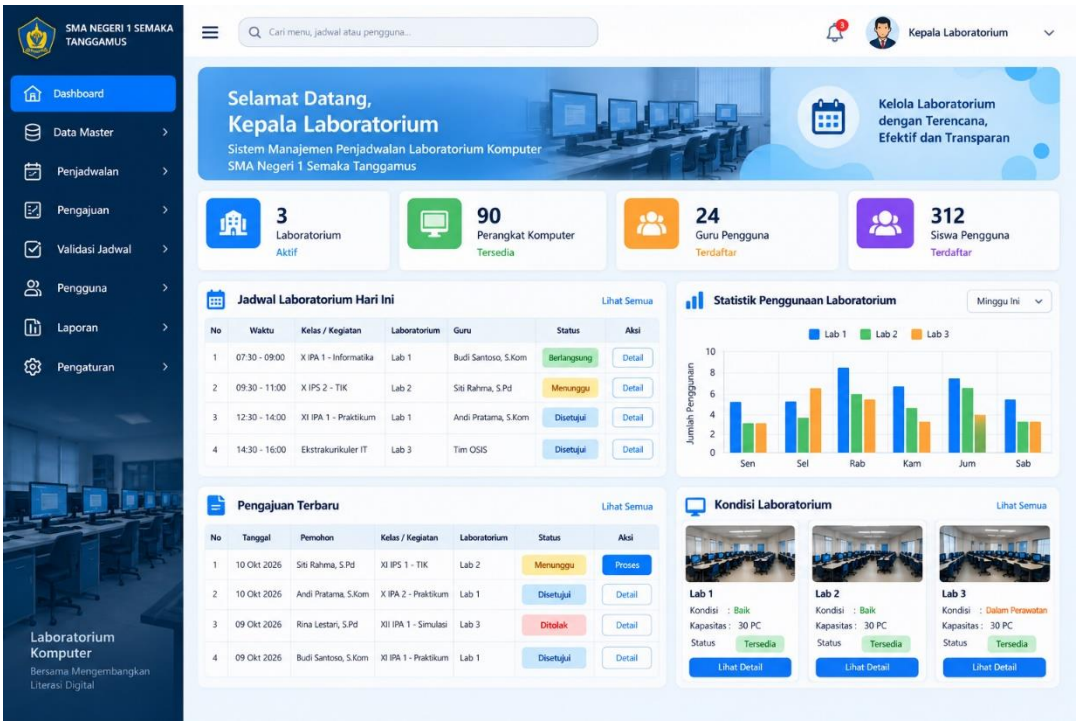


Gambar 2. Alur Hubungan antar *Actor* pada *Use Case Diagram* Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web

Activity Diagram menggambarkan alur aktivitas sistem yang melibatkan empat aktor utama, yaitu Kepala Laboratorium, Guru, Siswa, dan Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik. Proses dimulai melalui autentikasi pengguna (login) sesuai hak akses masing-masing. Kepala Laboratorium bertanggung jawab mengelola data fasilitas, pengguna, dan jadwal serta memvalidasi pengajuan penggunaan laboratorium. Guru dapat melihat ketersediaan laboratorium, mengajukan jadwal praktikum, memantau status persetujuan, serta mengubah atau membatalkan pengajuan apabila diperlukan. Siswa memperoleh akses untuk melihat jadwal, ketersediaan laboratorium, pengumuman, dan riwayat kegiatan praktikum. Sementara itu, Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik berperan dalam pengawasan, persetujuan kegiatan akademik apabila diperlukan, serta evaluasi laporan penggunaan laboratorium. Seluruh aktivitas pengelolaan dan penjadwalan terintegrasi melalui basis data sistem, sehingga diharapkan mampu meminimalkan benturan jadwal, meningkatkan ketepatan informasi, dan mendukung efektivitas pengelolaan laboratorium komputer secara terstruktur dan transparan.



Gambar 3. *Activity Diagram* Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Semaka Tanggamus



Gambar 4. Rancangan Antarmuka Dashboard Kepala Laboratorium pada Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web.

Gambar tersebut menunjukkan rancangan antarmuka dashboard Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Semaka Tanggamus yang dikembangkan untuk mendukung pengelolaan fasilitas laboratorium

secara terintegrasi, sistematis, dan efisien. Dashboard dirancang menggunakan pendekatan user-centered design dengan mengutamakan kemudahan navigasi, keterbacaan informasi, dan kesesuaian fungsi terhadap kebutuhan pengguna. Pada halaman utama, Kepala Laboratorium dapat mengakses sejumlah menu, meliputi Dashboard, Data Master, Penjadwalan, Pengajuan, Validasi Jadwal, Pengguna, Laporan, dan Pengaturan. Sistem menampilkan ringkasan informasi berupa jumlah laboratorium aktif, perangkat komputer tersedia, guru pengguna, serta siswa yang terdaftar dalam bentuk kartu informasi (information cards). Selain itu, terdapat tabel jadwal penggunaan laboratorium harian yang menyajikan waktu, kelas atau kegiatan, laboratorium, guru penanggung jawab, dan status penggunaan. Visualisasi statistik penggunaan laboratorium disajikan melalui diagram batang untuk mempermudah pemantauan intensitas pemanfaatan fasilitas berdasarkan hari dan ruang laboratorium. Integrasi informasi tersebut dirancang untuk membantu Kepala Laboratorium memperoleh gambaran operasional secara menyeluruh melalui satu halaman utama tanpa harus melakukan pemeriksaan data secara terpisah. Dari aspek fungsional, rancangan dashboard mengintegrasikan proses pengajuan, validasi, pemantauan, dan pelaporan penggunaan laboratorium komputer melalui sistem informasi berbasis web. Fitur pengajuan terbaru memungkinkan Kepala Laboratorium memeriksa permohonan penggunaan fasilitas yang diajukan oleh guru, kemudian melakukan proses persetujuan atau penolakan berdasarkan ketersediaan laboratorium dan kesesuaian waktu pembelajaran. Mekanisme validasi jadwal dirancang untuk mendeteksi potensi benturan penggunaan laboratorium berdasarkan kesamaan ruang, tanggal, dan interval waktu, sehingga pengajuan yang memiliki konflik dapat diidentifikasi sebelum disetujui. Dashboard juga menyediakan informasi kondisi laboratorium, kapasitas perangkat komputer, dan status ketersediaan fasilitas sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Penerapan desain responsif (responsive web design) memungkinkan sistem diakses melalui perangkat komputer maupun perangkat bergerak dengan penyesuaian tampilan sesuai ukuran layar. Secara konseptual, integrasi fitur tersebut menjadi kontribusi utama pengembangan sistem karena menghubungkan manajemen penjadwalan dengan pengawasan pemanfaatan sumber daya laboratorium dalam satu platform. Implementasi sistem diharapkan dapat meningkatkan ketepatan penyusunan jadwal, mengurangi risiko konflik penggunaan, mempercepat proses administrasi, serta mendukung transparansi dan akuntabilitas pengelolaan fasilitas pembelajaran. Namun, tingkat keberhasilan fungsi dan peningkatan efisiensi tersebut perlu dibuktikan melalui hasil pengujian Black-Box Testing serta evaluasi implementasi sistem.

B. Hasil Pengujian Black-Box Testing Berdasarkan Kelompok Pengguna

Pengujian Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Semaka Tanggamus melibatkan 66 responden yang terdiri atas 2 Kepala Laboratorium, 4 guru, 1 Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik, serta 59 siswa yang berasal dari kelas X, XI, dan XII. Pengujian dirancang menggunakan metode Black-Box Testing untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan masing-masing pengguna, meliputi autentikasi, pengelolaan data laboratorium, pengajuan dan validasi jadwal, akses informasi, serta pelaporan penggunaan fasilitas. Penilaian dilakukan berdasarkan status keberhasilan setiap skenario pengujian, yaitu Pass apabila keluaran aktual sesuai dengan hasil yang diharapkan dan Fail apabila ditemukan ketidaksesuaian.

Tabel 3. Distribusi Responden Pengujian Sistem

No.	Kelompok Pengguna	Jumlah	Persentase
1	Kepala Laboratorium	2	3,03%
2	Dewan Guru	4	6,06%
3	Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik	1	1,52%

No.	Kelompok Pengguna	Jumlah	Persentase
4	Siswa Kelas X	21	31,82%
5	Siswa Kelas XI	15	22,73%
6	Siswa Kelas XII	23	34,85%
	Total	66	100%

Tabel berikut merupakan rancangan pengujian berdasarkan kewenangan setiap aktor. Jumlah skenario adalah jumlah jenis kasus uji, bukan jumlah responden.

Tabel 4. Matriks Skenario Pengujian Black-Box Testing

No.	Pengguna	Fungsi yang Diuji	Jumlah Skenario
1	Kepala Lab	Login, data laboratorium, data pengguna, penjadwalan, validasi konflik, laporan	6
2	Guru	Login, melihat jadwal, mengajukan jadwal, mengubah pengajuan, melihat status	5
3	Waka Akademik	Login, monitoring jadwal, persetujuan, laporan	4
4	Siswa X	Login, melihat jadwal, ketersediaan, pengumuman	4
5	Siswa XI	Login, melihat jadwal, ketersediaan, pengumuman	4
6	Siswa XII	Login, melihat jadwal, ketersediaan, pengumuman	4
	Total skenario per kelompok		27

Pengujian sistem melibatkan 66 responden yang mewakili seluruh aktor pada rancangan Use Case Diagram, yaitu Kepala Laboratorium, Guru, Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik, dan Siswa. Kelompok siswa menjadi responden terbanyak dengan jumlah 59 orang atau 89,39% dari keseluruhan responden, sedangkan kelompok pengelola dan tenaga pendidik berjumlah 7 orang atau 10,61%. Komposisi tersebut memberikan cakupan pengujian terhadap fungsi administratif dan akses informasi pembelajaran. Rancangan pengujian menghasilkan 27 skenario yang didistribusikan menurut kelompok pengguna, dengan total 272 pelaksanaan kasus uji apabila seluruh responden melaksanakan setiap skenario yang ditetapkan. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi fungsi dilakukan berdasarkan kebutuhan dan kewenangan pengguna sehingga dapat mengidentifikasi kesesuaian implementasi sistem dengan proses pengelolaan laboratorium komputer. Pengujian terhadap Kepala Laboratorium diarahkan pada fungsi pengelolaan data, penjadwalan, validasi konflik, dan pelaporan, sedangkan pengujian oleh Guru berfokus pada proses pengajuan serta pemantauan status penggunaan laboratorium. Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik mengevaluasi fungsi monitoring dan persetujuan kegiatan, sementara siswa kelas X, XI, dan XII melakukan pengujian terhadap akses jadwal, ketersediaan laboratorium, dan informasi kegiatan praktikum. Mekanisme validasi konflik menjadi aspek penting karena berkaitan langsung dengan tujuan penelitian, yaitu mengurangi potensi benturan penggunaan fasilitas. Oleh karena itu, pengujian perlu mencakup kondisi pengajuan pada waktu tersedia, pengajuan dengan interval yang bertabrakan, serta perubahan jadwal yang berpotensi menimbulkan konflik. Hasil aktual setiap skenario kemudian dibandingkan dengan keluaran yang diharapkan untuk menentukan status Pass atau Fail.

Evaluasi keberhasilan sistem dilakukan menggunakan persentase kesesuaian fungsional berdasarkan jumlah kasus uji yang berhasil dibandingkan dengan seluruh kasus uji yang dilaksanakan. Dengan rancangan sebanyak 272 pelaksanaan kasus uji, nilai keberhasilan akhir ditentukan oleh jumlah kasus yang memperoleh status Pass berdasarkan pengujian aktual. Hasil tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi modul yang memenuhi spesifikasi kebutuhan dan modul yang memerlukan perbaikan.

Pengujian Black-Box Testing memberikan dasar evaluasi terhadap ketepatan fungsi sistem, tetapi belum cukup untuk membuktikan peningkatan efisiensi administrasi atau kepuasan pengguna. Oleh karena itu, apabila penelitian hendak menyimpulkan adanya peningkatan efektivitas pengelolaan laboratorium, diperlukan pengukuran tambahan berupa perbandingan waktu proses penjadwalan atau evaluasi kemudahan penggunaan sistem.

3.2. Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian Sistem

Hasil pengembangan Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Semaka Tanggamus menghasilkan rancangan solusi digital yang mengintegrasikan pengelolaan fasilitas, penyusunan jadwal, pengajuan penggunaan, validasi, dan pelaporan aktivitas laboratorium dalam satu platform. Pengembangan menggunakan metode *System Development Life Cycle (SDLC) model Waterfall*, yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan sistem. Berdasarkan rancangan Use Case Diagram dan Activity Diagram, sistem mengakomodasi empat aktor utama dengan fungsi yang disesuaikan terhadap tanggung jawab masing-masing. Implementasi dashboard Kepala Laboratorium menyediakan informasi mengenai data fasilitas, perangkat komputer, jadwal harian, status pengajuan, statistik penggunaan, serta kondisi laboratorium. Integrasi tersebut diarahkan untuk menjawab permasalahan pertama penelitian, yaitu bagaimana mengembangkan sistem informasi yang mampu mengelola jadwal laboratorium secara terstruktur dan terpusat. Penelitian Pradana et al. [12] melalui kajian sistematis terhadap 24 studi empiris menunjukkan bahwa penerapan sistem informasi manajemen sekolah berkaitan dengan peningkatan efisiensi administrasi, akurasi data, transparansi, dan akuntabilitas pengelolaan pendidikan. Temuan tersebut mendukung relevansi pengembangan sistem penjadwalan laboratorium yang tidak hanya berfungsi sebagai media pencatatan, tetapi juga sebagai sarana koordinasi dan pengendalian penggunaan fasilitas pembelajaran. Dengan demikian, kontribusi implementasi sistem terletak pada penyatuan proses administrasi laboratorium yang sebelumnya berpotensi terpisah ke dalam satu alur pengelolaan berbasis informasi digital [12].

Implementasi sistem dirancang menggunakan mekanisme Role-Based Access Control (RBAC) untuk membedakan kewenangan Kepala Laboratorium, Guru, Siswa, dan Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik. Kepala Laboratorium memiliki akses untuk mengelola data fasilitas, pengguna, jadwal, dan validasi pengajuan, sedangkan Guru dapat mengajukan penggunaan laboratorium, memantau status persetujuan, serta mengakses jadwal praktikum. Siswa memperoleh akses informasi mengenai jadwal, ketersediaan laboratorium, pengumuman, dan riwayat kegiatan, sementara Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik berperan dalam pengawasan dan evaluasi pemanfaatan fasilitas. Pemisahan kewenangan tersebut menjadi bagian penting dalam rancangan sistem karena setiap pengguna memiliki kebutuhan informasi dan tanggung jawab yang berbeda. Sandhu et al. [13] menjelaskan bahwa pendekatan RBAC memungkinkan pengaturan izin akses berdasarkan peran sehingga administrasi hak akses dapat dilakukan secara lebih terstruktur. Dalam konteks penelitian ini, penerapan RBAC mendukung pembatasan aktivitas pengguna sekaligus menjaga konsistensi proses pengajuan dan persetujuan jadwal. Kontribusi fungsional yang diusulkan adalah penggabungan manajemen akses berbasis peran dengan alur administrasi laboratorium, sehingga sistem tidak hanya menyediakan informasi jadwal, tetapi juga mengatur siapa yang berwenang membuat, memvalidasi, menyetujui, dan memantau penggunaan fasilitas. Rancangan tersebut menjadi dasar penguatan transparansi dan akuntabilitas tata kelola laboratorium komputer [13].

Permasalahan kedua penelitian berkaitan dengan bagaimana sistem dapat meminimalkan potensi benturan jadwal penggunaan laboratorium komputer. Untuk

menjawab permasalahan tersebut, modul penjadwalan dirancang dengan mekanisme pemeriksaan kesamaan laboratorium, tanggal penggunaan, serta interval waktu mulai dan selesai sebelum suatu pengajuan disetujui. Apabila terdapat dua permohonan penggunaan laboratorium yang sama dengan interval waktu saling tumpang tindih, sistem dirancang untuk memberikan penanda konflik atau menolak pengajuan sesuai aturan yang ditetapkan. Sebaliknya, pengajuan yang tidak memiliki konflik dapat dilanjutkan ke proses validasi Kepala Laboratorium dan persetujuan akademik apabila diperlukan. Mekanisme ini merupakan bagian penting dari kontribusi sistem karena menghubungkan pengelolaan jadwal dengan pengendalian ketersediaan fasilitas secara operasional. Santos et al. [14] mengidentifikasi bahwa pengelolaan fasilitas pendidikan yang bergantung pada pelaporan manual berpotensi menghadapi keterlambatan informasi, ketidakefisienan proses, dan keterbatasan respons pengelola. Penelitian tersebut merekomendasikan digitalisasi pelaporan dan pengelolaan fasilitas untuk meningkatkan akuntabilitas dan efektivitas operasional. Berbeda dari fokus digitalisasi pelaporan fasilitas pada penelitian tersebut, penelitian ini mengusulkan pengendalian konflik penjadwalan sebagai bagian dari proses pengelolaan laboratorium. Dengan demikian, jawaban terhadap permasalahan kedua diwujudkan melalui rancangan validasi berbasis aturan waktu yang dapat diuji secara sistematis menggunakan skenario pengajuan normal, pengajuan bertabrakan, dan perubahan jadwal [14].

Evaluasi fungsional sistem dirancang menggunakan metode Black-Box Testing dengan melibatkan 66 responden, terdiri atas 2 Kepala Laboratorium, 4 Guru, 1 Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik, 21 siswa kelas X, 15 siswa kelas XI, dan 23 siswa kelas XII. Kelompok siswa berjumlah 59 orang atau 89,39% dari keseluruhan responden, sedangkan kelompok pengelola dan tenaga pendidik berjumlah 7 orang atau 10,61%. Berdasarkan matriks pengujian, terdapat 27 jenis skenario yang didistribusikan menurut kelompok pengguna dan menghasilkan 272 pelaksanaan kasus uji apabila seluruh responden menjalankan skenario sesuai kewenangannya. Pengujian mencakup autentikasi, pengelolaan data, pengajuan jadwal, validasi konflik, persetujuan, monitoring, dan pelaporan. Penelitian Petiwi dan Jatmiko [15] menunjukkan pentingnya evaluasi kualitas aplikasi berbasis web melalui kombinasi pengujian fungsional, pengukuran kegunaan, dan penilaian keandalan berdasarkan karakteristik ISO/IEC 25010. Penelitian tersebut menggunakan 152 skenario Black-Box Testing sebagai salah satu komponen evaluasi sistem. Dalam penelitian SMA Negeri 1 Semaka, persentase keberhasilan fungsional dihitung menggunakan perbandingan jumlah kasus uji berstatus Pass terhadap keseluruhan kasus uji. Namun, karena jumlah aktual kasus Pass dan Fail belum tersedia, tingkat keberhasilan sistem belum dapat dinyatakan secara empiris. Oleh karena itu, rancangan 272 pelaksanaan kasus uji menjadi dasar evaluasi yang terukur untuk menjawab permasalahan ketiga, yaitu bagaimana memastikan kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan pengguna [15].

Implementasi antarmuka sistem dirancang menggunakan pendekatan responsive web design untuk memungkinkan akses melalui komputer desktop maupun perangkat bergerak. Dashboard Kepala Laboratorium menyajikan ringkasan jumlah laboratorium, perangkat komputer, guru dan siswa pengguna, jadwal harian, pengajuan terbaru, statistik pemanfaatan, serta kondisi fasilitas. Sementara itu, rancangan antarmuka Guru menitikberatkan pada pengajuan dan pemantauan jadwal, antarmuka Siswa berorientasi pada akses informasi praktikum, dan antarmuka Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik difokuskan pada monitoring serta evaluasi kegiatan. Pembagian informasi berdasarkan kebutuhan pengguna tersebut diharapkan dapat mengurangi kompleksitas navigasi dan meningkatkan keterjangkauan layanan administrasi laboratorium. Aziz dan Irfan [16] dalam penelitian mengenai sistem informasi monitoring praktik kerja berbasis web pada pendidikan vokasi menekankan pentingnya evaluasi kualitas perangkat lunak menggunakan

karakteristik functional suitability, usability, reliability, dan performance efficiency. Temuan tersebut relevan karena kualitas aplikasi pendidikan tidak cukup ditentukan oleh ketersediaan fitur, tetapi juga oleh kemampuan pengguna dalam menyelesaikan tugas secara efektif. Dalam penelitian ini, desain antarmuka berbasis peran merupakan kontribusi implementasi yang perlu dievaluasi lebih lanjut melalui pengujian kegunaan, misalnya menggunakan System Usability Scale (SUS) atau pengukuran keberhasilan penyelesaian tugas. Oleh karena itu, hasil rancangan antarmuka dapat dipandang sebagai dasar pengembangan pengalaman pengguna yang terarah, sedangkan klaim peningkatan kemudahan penggunaan masih memerlukan pembuktian empiris [16].

Berdasarkan keseluruhan rancangan implementasi dan evaluasi, penelitian ini menawarkan pendekatan pengelolaan laboratorium komputer yang mengintegrasikan tiga komponen utama, yaitu manajemen penjadwalan berbasis peran, validasi konflik penggunaan fasilitas, dan monitoring aktivitas laboratorium melalui dashboard web responsif. Kontribusi tersebut diarahkan untuk menjawab kebutuhan pengelolaan laboratorium yang tidak hanya berkaitan dengan pencatatan jadwal, tetapi juga pengendalian penggunaan sumber daya dan penyediaan informasi bagi pengambil keputusan. Dibandingkan penelitian Pradana et al. [12] yang membahas integrasi sistem informasi manajemen sekolah secara luas, Santos et al. [14] yang menekankan digitalisasi pengelolaan dan pelaporan fasilitas, serta Aziz dan Irfan [16] yang berfokus pada evaluasi kualitas sistem monitoring pendidikan, penelitian ini mengusulkan integrasi fungsi penjadwalan dan pengendalian konflik pada konteks laboratorium komputer sekolah menengah. Dengan demikian kebutuhan akan sistem yang menghubungkan pengajuan jadwal, validasi ketersediaan fasilitas, persetujuan berbasis kewenangan, dan pemantauan penggunaan dalam satu alur operasional. Rancangan integrasi mekanisme validasi konflik jadwal dengan pengelolaan berbasis empat aktor dan monitoring fasilitas laboratorium, bukan pada penggunaan teknologi web itu sendiri. Kebaruan ini bersifat kontekstual dan fungsional serta masih perlu diperkuat melalui pembandingan langsung dengan sistem sejenis dan hasil pengujian aktual. Secara teoretis, penelitian memperluas penerapan sistem informasi manajemen sumber daya pendidikan pada tingkat sekolah menengah, sedangkan secara praktis, sistem berpotensi mendukung penjadwalan yang lebih tertib, transparan, dan terdokumentasi. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengukur pengurangan konflik jadwal, efisiensi waktu administrasi, dan penerimaan pengguna agar manfaat sistem dapat dibuktikan secara kuantitatif [12], [14], [16].

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan dan implementasi Sistem Manajemen Penjadwalan Laboratorium Komputer Berbasis Web pada SMA Negeri 1 Semaka Tanggamus dengan menggunakan metode System Development Life Cycle (SDLC) model Waterfall. Sistem dikembangkan untuk mengatasi permasalahan pengelolaan jadwal laboratorium yang berpotensi menimbulkan benturan waktu penggunaan, keterlambatan penyampaian informasi, dan kurangnya integrasi administrasi fasilitas pembelajaran. Sistem mengakomodasi empat aktor utama, yaitu Kepala Laboratorium, Guru, Siswa, dan Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik, dengan pembagian hak akses berdasarkan tugas dan kewenangan masing-masing. Fitur utama yang dikembangkan mencakup pengelolaan data laboratorium, pengajuan jadwal praktikum, validasi konflik penggunaan, persetujuan jadwal, pemantauan ketersediaan fasilitas, dan pelaporan aktivitas laboratorium. Integrasi fitur tersebut menjadi solusi terhadap kebutuhan pengelolaan fasilitas pembelajaran yang lebih terstruktur, transparan, dan terpusat. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi mekanisme validasi konflik jadwal, pengelolaan berbasis empat peran pengguna, serta monitoring pemanfaatan laboratorium melalui dashboard web responsif dalam satu alur

operasional. Pendekatan ini memberikan kontribusi fungsional terhadap pengembangan sistem informasi manajemen fasilitas pendidikan, khususnya dalam mendukung koordinasi penggunaan laboratorium komputer di tingkat sekolah menengah. Evaluasi fungsional sistem dirancang menggunakan metode *Black-Box Testing* dengan melibatkan 66 responden, terdiri atas 2 Kepala Laboratorium, 4 Guru, 1 Wakil Kepala Sekolah Bidang Akademik, dan 59 siswa dari kelas X, XI, serta XII. Pengujian mencakup 27 jenis skenario berdasarkan kelompok pengguna, dengan total 272 pelaksanaan kasus uji yang direncanakan. Skenario tersebut meliputi autentikasi, pengelolaan data, pengajuan penggunaan laboratorium, validasi benturan jadwal, persetujuan, akses informasi, dan pelaporan. Rancangan pengujian ini menyediakan dasar evaluasi yang sistematis untuk menilai kesesuaian fungsi aplikasi terhadap kebutuhan pengguna. Namun, karena data aktual keberhasilan dan kegagalan kasus uji belum tersedia, persentase keberhasilan fungsional belum dapat disimpulkan. Secara praktis, sistem berpotensi meningkatkan keteraturan penjadwalan, mempermudah koordinasi antar pengguna, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis informasi penggunaan laboratorium. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian fungsional secara menyeluruh, pengukuran efisiensi waktu penjadwalan sebelum dan sesudah implementasi, serta evaluasi kegunaan dan penerimaan pengguna untuk memperoleh bukti kuantitatif mengenai efektivitas sistem. Dengan demikian, pengembangan ini menjadi landasan bagi penerapan tata kelola laboratorium komputer yang lebih adaptif, terdokumentasi, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] International Telecommunication Union, Connecting Every School in Indonesia to the Internet: Policy Landscape Assessment. Geneva, Switzerland: ITU, 2023. [Online]. Available: https://www.itu.int/pub/D-HDB-CONN_POL.01-2023

[2] Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia, "APJII jumlah pengguna internet Indonesia tembus 221 juta orang," Feb. 7, 2024. [Online]. Available: https://www.apjii.id/berita/d/apjii-jumlah-pengguna-internet-indonesia-tembus-221-juta-orang

[3] N. Muhamad, "Tingkat penetrasi internet Indonesia capai 80% pada 2025," Databoks Katadata, Aug. 7, 2025. [Online]. Available: https://databoks.katadata.co.id/internet/statistik/689438c946bef/tingkat-penetrasi-internet-indonesia-capai-80-pada-2025

[4] UNICEF Indonesia, Online Knowledge and Practice of Children in Indonesia: A Baseline Study 2023. Jakarta, Indonesia: UNICEF, 2025. [Online]. Available: https://www.unicef.org/indonesia/child-protection/reports/online-knowledge-and-practice-children-indonesia-baseline-study-2023

[5] M. M. Msambwa, K. Daniel, and C. Lianyu, "Integration of information and communication technology in secondary education for better learning: A systematic literature review," Social Sciences & Humanities Open, vol. 10, Art. no. 101203, 2024, doi: 10.1016/j.ssaho.2024.101203.

[6] S. Timotheou et al., "Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review," Education and Information Technologies, vol. 28, no. 6, pp. 6695–6726, 2023, doi: 10.1007/s10639-022-11431-8.

[7] E. K. Burke and S. Petrovic, "Recent research directions in automated timetabling," European Journal of Operational Research, vol. 140, no. 2, pp. 266–280, 2002, doi: 10.1016/S0377-2217(02)00069-3.

[8] M. Dimopoulou and P. Miliotis, "An automated university course timetabling system developed in a distributed environment: A case study," European Journal of

Operational Research, vol. 153, no. 1, pp. 136–147, 2004, doi: 10.1016/S0377-2217(03)00104-8.
[9] R. S. Pressman and B. R. Maxim, Software Engineering: A Practitioner's Approach, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020.
[10] I. Sommerville, Software Engineering, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2016.
[11] P. Ammann and J. Offutt, Introduction to Software Testing, 2nd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2016.
[12] R. M. Pradana, Y. F. Wardhani, D. P. Sasongko, A. Kristanto, and S. Trihantoyo, "Management information systems and the efficiency of elementary school administration: A literature review based on evidence-based research on integrated systems," Sekolah Dasar: Kajian Teori dan Praktik Pendidikan, vol. 35, no. 1, pp. 87–99, 2026, doi: 10.17977/um009v35i12026p87-99.
[13] R. S. Sandhu, E. J. Coyne, H. L. Feinstein, and C. E. Youman, "Role-based access control models," Computer, vol. 29, no. 2, pp. 38–47, 1996, doi: 10.1109/2.485845.
[14] J. V. L. Santos, L. M. Ramos, and M. O. Mallari, "Assessment of facility management performance: A basis for digitalizing reporting systems in educational institutions," Journal of Interdisciplinary Perspectives, 2024, doi: 10.69569/jip.2024.0651.
[15] M. I. Petiwi and S. Jatmiko, "Quality evaluation of a web-based life insurance claims portal using ISO/IEC 25010," Formosa Journal of Computer and Information Science, vol. 5, no. 2, 2026, doi: 10.55927/fjcis.v5i2.17100.
[16] A. N. Aziz and R. Irfan, "ISO/IEC 25010-based evaluation of a web-based internship monitoring information system for vocational education," Journal of Educational Sciences, 2026, doi: 10.31258/jes.10.8.p.137-157.