

Rancang Bangun Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan SMAN 2 Subang

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/progresif.v22i3.3861>

Creative Commons License 4.0 (CC BY –NC)



Caca Arif Herdian^{1*}, Maya Destriani², Tazkia Salsabila Ardan³, Lia Kartika⁴

Sistem Informasi, Universitas Subang, Subang, Indonesia

*e-mail Corresponding Author: caca.arifherdian@unsub.ac.id

Abstract

Library administration management at Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Subang previously relied on conventional paper-based records, which caused data inaccuracies and service inefficiencies. This study aimed to develop a web-based library data circulation information system as an integrated solution to these problems. The software development methodology applied was the sequential waterfall model with an Object Oriented Analysis and Design approach. The novelty of this research focused on the integration of a dynamic business rules engine for automated fine calculations and the provision of a real time visual analysis dashboard. Functional testing results using the blackbox testing method demonstrated an absolute success rate of 100%. System implementation successfully reduced circulation transaction time from the initial 3 to 5 minutes to less than 50 seconds. In conclusion, this information system effectively resolved administrative constraints and provided a valid decision support instrument for school management.

Keywords: Library information system; Waterfall model; Data circulation; Fine automation

Abstrak

Pengelolaan administrasi perpustakaan di Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Subang sebelumnya masih mengandalkan pencatatan konvensional berbasis kertas sehingga memicu ketidakakuratan data dan inefisiensi pelayanan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem informasi sirkulasi data perpustakaan berbasis web sebagai solusi terintegrasi atas permasalahan tersebut. Metode pengembangan perangkat lunak yang diterapkan adalah model *waterfall* dengan pendekatan *Object Oriented Analysis and Design*. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi mesin aturan bisnis dinamis untuk otomatisasi perhitungan denda serta penyediaan *dashboard* analisis visual secara *real time*. Hasil pengujian fungsional menggunakan metode *blackbox testing* menunjukkan tingkat keberhasilan mutlak sebesar 100%. Implementasi sistem terbukti berhasil memangkas waktu transaksi sirkulasi dari semula 3 hingga 5 menit menjadi kurang dari 50 detik. Simpulannya, sistem informasi ini efektif mengatasi kendala administrasi serta menyajikan instrumen pendukung keputusan yang valid bagi pihak sekolah.

Kata Kunci: Sistem informasi perpustakaan; model *waterfall*; sirkulasi data; otomatisasi denda

1. Pendahuluan

Di era transformasi digital saat ini, institusi pendidikan dituntut untuk secara aktif mengintegrasikan teknologi informasi guna meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kualitas layanan akademiknya. Salah satu komponen vital dalam ekosistem sekolah yang berfungsi sebagai pusat manajemen pengetahuan (*knowledge management center*) dan sumber belajar utama bagi siswa adalah perpustakaan [1][2]. Keberadaan perpustakaan sekolah tidak hanya sekadar tempat penyimpanan buku secara fisik, melainkan sebuah instrumen strategis yang mendukung kegiatan belajar mengajar, menumbuhkan budaya literasi mandiri, serta menyediakan akses informasi yang valid bagi seluruh sivitas akademika [3]. Efektivitas tata kelola perpustakaan berkontribusi langsung terhadap capaian akademik, kompetensi riset sederhana siswa, dan mutu pembelajaran secara makro di sekolah [4]. Oleh karena itu, agar dapat menjalankan fungsi strategis tersebut secara optimal di tengah pesatnya arus informasi, pengelolaan operasional

perpustakaan harus didukung oleh sistem otomasi data yang cepat, tepat, terintegrasi, dan mudah diakses kapan saja tanpa terbatas oleh sekat ruang administrasi fisik [5].

Namun, realita operasional di lapangan sering kali menunjukkan adanya kesenjangan yang kontras. Pada institusi Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 2 Subang, tata kelola administrasi perpustakaan sebagian besar masih mengandalkan pencatatan konvensional berbasis kertas (*paper-based system*) serta penggunaan aplikasi perkantoran standar yang belum terhubung dalam sebuah ekosistem basis data terpusat. Seluruh rangkaian proses sirkulasi buku mulai dari pendaftaran anggota baru, pencarian katalog, transaksi peminjaman bulanan, penentuan denda keterlambatan, hingga rekapitulasi data pengembalian masih dicatat secara manual pada buku besar. Pola kerja manual semacam ini memicu munculnya serangkaian permasalahan nyata yang menghambat kinerja institusi. Pertama, terdapat risiko ketidakakuratan data dan kerentanan kehilangan rekam jejak transaksi yang sangat tinggi, di mana petugas mengalami kesulitan signifikan untuk melacak posisi buku yang sedang dipinjam atau mendeteksi siswa yang terlambat mengembalikan buku secara *real time*. Kedua, terjadi inefisiensi waktu pelayanan sirkulasi yang berdampak pada penumpukan antrean siswa di area perpustakaan khususnya pada jam-jam istirahat sekolah yang relatif singkat. Kompleksitas ini memuncak pada penyusunan pelaporan berkala, di mana kepala perpustakaan memerlukan waktu hingga berhari-hari untuk melakukan rekapitulasi manual demi menyusun laporan statistik peminjaman bulanan bagi kepala sekolah [6]. Keterlambatan dan potensi *human error* ini berimplikasi pada sulitnya pihak manajemen sekolah dalam memetakan tren membaca siswa, mengevaluasi efektivitas koleksi buku, serta menetapkan kebijakan pengadaan literatur baru yang berbasis data faktual.

Permasalahan tata kelola ini diperkuat oleh beberapa kajian riset terdahulu dalam bidang sistem otomasi perpustakaan [7]. Harjono dan Tute [8] telah mengembangkan rancangan sistem informasi perpustakaan berbasis web menggunakan metode Waterfall untuk mendokumentasikan kebutuhan fungsional secara sekuensial. Di sisi lain, Rifqi, Nindiyasari, dan Murti [9] membangun sistem informasi perpustakaan berbasis website dengan memanfaatkan kemampuan framework Laravel guna mempercepat arsitektur pemrosesan data. Meskipun penelitian-penelitian tersebut terbukti mampu mereduksi waktu tunggu sirkulasi dan meningkatkan akurasi inventarisasi, sebagian besar sistem yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya cenderung mengadopsi platform generik siap pakai yang kaku dan tidak selaras dengan dinamika Standar Operasional Prosedur (SOP) spesifik di sekolah mitra [10][11][12]. Gap atau celah penelitian yang masih tersisa dari riset-riset tersebut adalah ketiadaan fleksibilitas sistem dalam merespons aturan bisnis lokal sekolah serta tingginya resistensi pengguna (*user resistance*) dari staf perpustakaan berlatar belakang non-IT. Kebaruan (*state of the art*) yang ditawarkan dalam penelitian ini berfokus pada kodifikasi proses bisnis tingkat sekolah menengah atas melalui implementasi *Dynamic Business Rules Engine* berupa modul kalkulasi denda keterlambatan dinamis (secara adaptif memotong akumulasi hari libur sekolah resmi) serta penyediaan dashboard analisis visual interaktif berbasis Chart.js untuk memetakan minat baca siswa secara aktual dengan pendekatan antarmuka *user-centered minimalism*.

Sebagai solusi untuk menjembatani gap operasional yang ada, diusulkan pengembangan Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan berbasis web. Pemilihan platform berbasis web ini didasarkan pada efektivitasnya dalam menyediakan aksesibilitas yang fleksibel dan integrasi data secara *real time*. Berdasarkan riset terdahulu menunjukkan bahwa implementasi sistem berbasis web mampu mentransformasi tata kelola administrasi konvensional menjadi ekosistem digital yang transparan dan akurat [13][14]. Melalui arsitektur sistem yang andal dan antarmuka yang responsif, konsep berbasis web ini dipandang sebagai solusi paling efektif untuk memangkas waktu layanan sirkulasi secara signifikan, meminimalkan risiko kesalahan manusia, serta menyajikan data yang valid sebagai instrumen pendukung keputusan (*decision support*) bagi manajemen sekolah [15].

2. Metodologi

Penelitian ini menerapkan metode pengembangan perangkat lunak *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model Waterfall yang dieksekusi secara sekuensial. Pemilihan model ini didasarkan pada kondisi lingkungan perpustakaan SMAN 2 Subang yang memerlukan standarisasi prosedur administrasi yang pasti dan terstruktur. Tahapan riil beserta luaran operasional yang dihasilkan dalam riset ini dipaparkan sebagai berikut:

1) Tahap Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan observasi langsung terhadap buku besar sirkulasi perpustakaan SMAN 2 Subang serta wawancara mendalam bersama Kepala Perpustakaan dan staf administrasi. Proses ini bertujuan untuk memetakan dokumen fisik, dan aturan denda. Adapun daftar kebutuhan fungsional dapat dilihat pada Tabel 1.

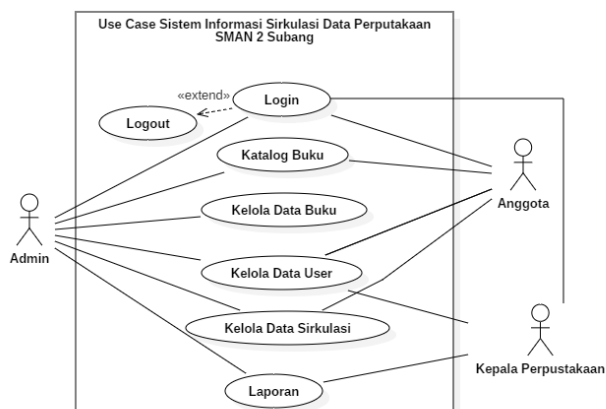
Tabel 1 Kebutuhan Fungsional Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan SMAN 2 Subang

No-SRS	Deskripsi
All Actor	
SRS-F-001	Sistem dapat melakukan Login
SRS-F-002	Sistem dapat melakukan Logout
Admin	
SRS-F-003	Sistem dapat menambahkan data buku.
SRS-F-004	Sistem dapat mengedit data buku.
SRS-F-005	Sistem dapat menghapus data buku.
SRS-F-006	Sistem dapat melakukan klasifikasi buku
SRS-F-007	Sistem dapat menambahkan data user
SRS-F-008	Sistem dapat menghapus data user
SRS-F-0009	Sistem dapat mengelola peminjaman buku
SRS-F-0010	Sistem dapat mengelola pengembalian buku
SRS-F-0011	Sistem dapat melakukan menghitung dan mencatat denda
SRS-F-0012	Sistem dapat mengelola pengaturan hak akses
Admin, Anggota	
SRS-F-0013	Sistem dapat melakukan pencarian data buku.
Admin, Kepala Perpustakaan	
SRS-F-0014	Sistem dapat mengedit data user
SRS-F-0015	Sistem dapat membuat laporan buku
SRS-F-0016	Sistem dapat membuat laporan anggota
SRS-F-0017	Sistem dapat membuat laporan peminjaman
Anggota	
SRS-F-0018	Sistem dapat melakukan Registrasi untuk Anggota baru
SRS-F-0019	Sistem mampu melihat detail buku
SRS-F-0020	Sistem mampu melakukan pemesanan buku

2) Tahap Desain Sistem

a. Use Case Diagram

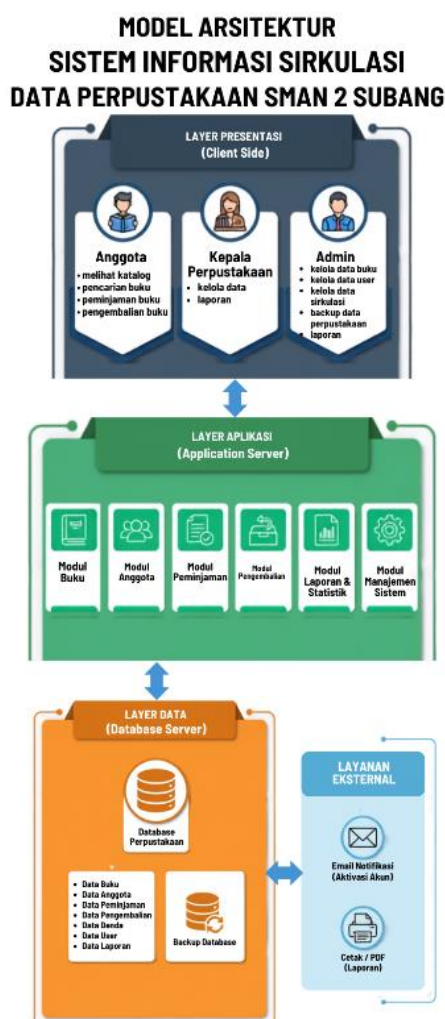
Setelah tahap analisis dilakukan, berikutnya ditransformasikan ke dalam arsitektur sistem menggunakan UML dan skema basis data. Adapun use case diagram untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Use Case Diagram Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan SMAN 2 Subang

b. Desain Arsitektur Sistem

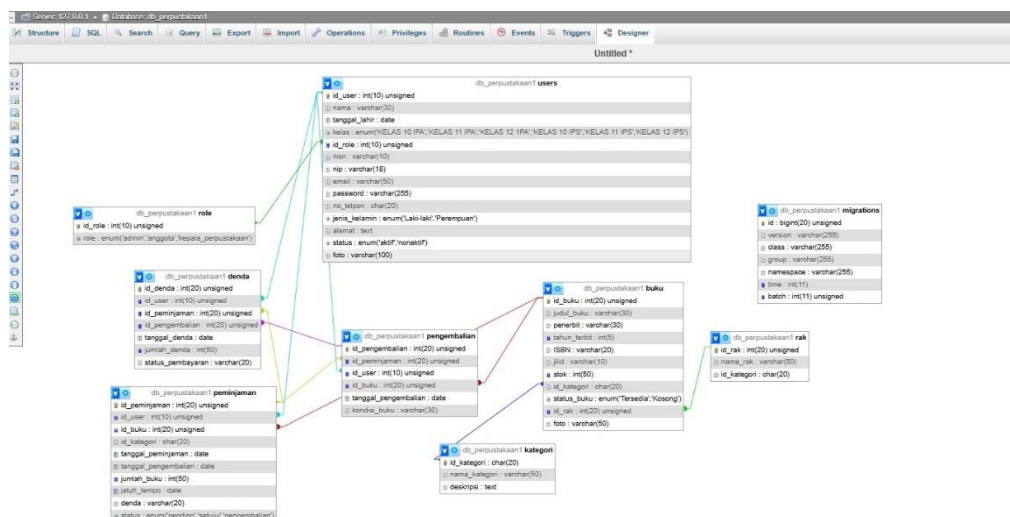
Desain arsitektur sistem dibagi menjadi tiga layer utama (Presentasi, Aplikasi, dan Data) serta dilengkapi dengan modul layanan eksternal untuk memastikan sistem berjalan secara efisien, aman, dan terintegrasi. Adapun model arsitektur pada sistem informasi sirkulasi data perpustakaan SMAN 2 Subang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain Arsitektur Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan SMAN 2 Subang

c. Desain Basis Data

Struktur penyimpanan data dimodelkan melalui hubungan antar entitas logis yang ternormalisasi untuk menghindari anomali data. Rancangan struktur basis data menggunakan *Entity Relationship Diagram* dan *Class Diagram* dengan relasi data terpusat. Kemudian hasil dari analisis struktur basis data tersebut diimplementasikan di *Relational Database Management System* menggunakan MySQL. Adapun tabel-tabel utama meliputi tabel *users*, *role*, *buku*, *kategori*, *rak*, *peminjaman*, *pengembalian*, dan *denda* beserta relasinya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Basis data Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan SMAN 2 Subang

3) Tahap Implementasi

Berikutnya desain sistem diterjemahkan ke dalam kode program fungsional. Proses pengodean menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan prinsip MVC, HTML5, CSS3, dan *framework* CodeIgniter 4 untuk memastikan responsivitas antarmuka, serta MySQL sebagai sistem manajemen basis data.

4) Tahap Pengujian

Prototipe sistem diuji secara menyeluruh untuk memastikan semua modul berjalan sesuai spesifikasi kebutuhan tanpa adanya *bug* logika. Metode yang digunakan untuk menguji sistem menggunakan *blackbox testing*. Fokus pengujian diarahkan pada validasi fungsionalitas masukan (*input*) dan luaran (*output*) tanpa melihat struktur kode internal aplikasi. Skenario pengujian dirancang secara ekstrem, meliputi, validasi hak akses menu berdasarkan akun pengguna yang login, pengujian sirkulasi peminjaman dengan skenario jumlah buku melebihi batas kuota anggota, serta pengujian akurasi perhitungan nilai denda keterlambatan menggunakan variasi tanggal input (data normal, data batas, dan data tidak valid).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Hasil dari penelitian ini merupakan sebuah sistem informasi sirkulasi data perpustakaan untuk SMAN 2 Subang menggunakan PHP di sisi *backend* dengan mengintegrasikan modul pengguna, buku, peminjaman, pengembalian, denda, laporan dan *dashboard* guna menjamin kecepatan eksekusi serta dipadukan dengan MySQL sebagai basis data. Sedangkan di sisi *frontend* memanfaatkan *framework* CSS untuk menampilkan antarmuka pengguna yang modern dan sepenuhnya responsif. Adapun beberapa tampilan yang ada di sistem informasi sirkulasi data perpustakaan ini di antaranya:

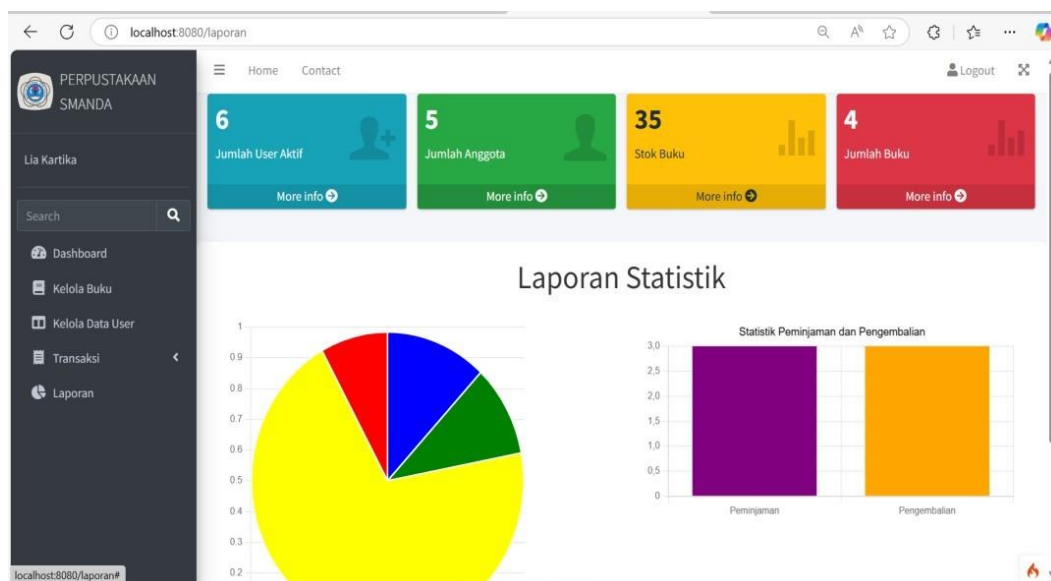
1) Halaman antarmuka katalog buku



Gambar 4 tampilan halaman katalog buku

Halaman antarmuka katalog buku berfungsi menampilkan seluruh buku yang tersedia di perpustakaan meliputi gambar buku, judul, penerbit, dan stok tersedia atau tidak untuk dipinjam oleh anggota perpustakaan SMAN 2 Subang.

2) Halaman antarmuka *dashbord*

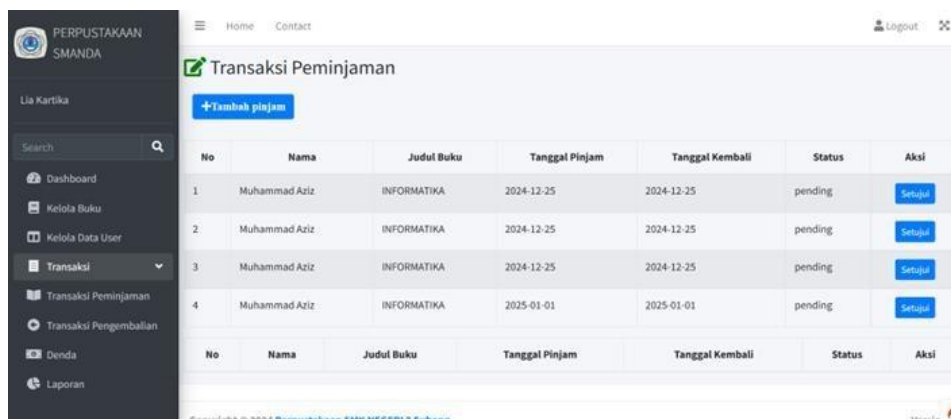


Gambar 5 tampilan halaman dashboard admin

Tampilan *dashboard* admin berfungsi untuk memberikan tinjauan ringkas dan informatif mengenai data perpustakaan. Tata letaknya yang bersih dan terstruktur, mengutamakan

penyajian data kuantitatif secara efisien. Lima informasi utama ditampilkan yang mudah dibaca, masing-masing mewakili jumlah pengguna aktif, jumlah anggota terdaftar, stok buku yang tersedia, total koleksi buku, dan diagram statistik peminjaman serta pengembalian buku.

3) Halaman antarmuka transaksi peminjaman



Gambar 6 Tampilan halaman transaksi peminjaman buku

Pada halaman transaksi peminjaman buku memungkinkan admin untuk mengelola data peminjaman yang dilakukan oleh anggota meliputi nama, judul buku, tanggal pinjam, tanggal kembali dan status.

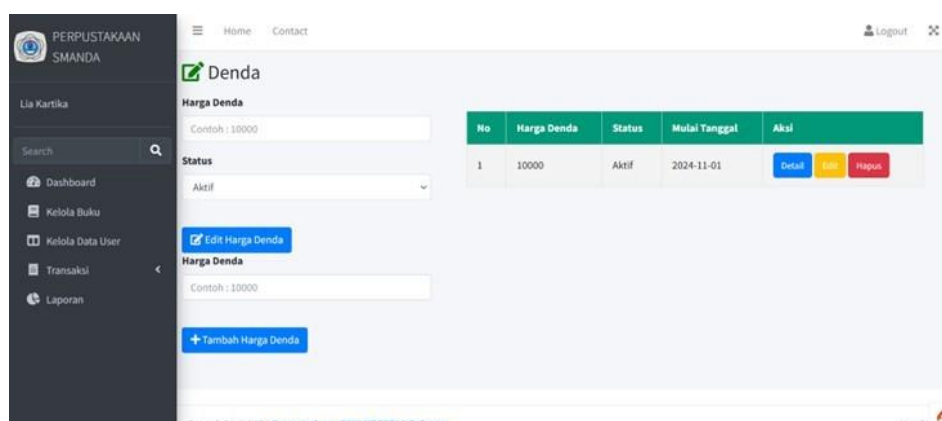
4) Halaman antarmuka transaksi pengembalian



Gambar 7 Tampilan halaman transaksi pengembalian buku

Pada tampilan halaman transaksi pengembalian buku memungkinkan admin perpustakaan untuk mencatat dan memproses pengembalian buku oleh anggota. Tampilan ini terintegrasi dengan data peminjaman untuk memastikan informasi yang akurat dan memudahkan pengelolaan denda jika melewati batas waktu pengembalian.

5) Halaman denda



Gambar 8 Tampilan halaman denda

Pada halaman denda berfungsi untuk mengelola dan menampilkan informasi terkait denda keterlambatan pengembalian buku oleh anggota. Halaman ini memungkinkan admin dapat menambahkan, melihat detail, mengubah, dan menghapus nominal denda.

Sesuai dengan metodologi yang telah ditetapkan, aspek fungsionalitas sistem diuji secara empiris menggunakan metode *Blackbox Testing* dengan teknik *Equivalence Partitioning*. Pengujian dilakukan dengan membagi domain masukan ke dalam kelas-kelas data valid dan tidak valid untuk melihat respon luaran sistem. Hasil dari pengujian sistem yang didasarkan pada kebutuhan fungsional dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sistem menggunakan *Blackbox Testing*

No	Modul yang Diuji	Skenario Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Hasil (Output)	Status
1	Autentikasi Multilevel	Input kredensial pengguna yang valid	Sistem mengalihkan ke halaman belakang sesuai dengan hak akses masing-masing role di antaranya Admin, Anggota, dan Kepala Perpustakaan	Masuk ke dalam halaman belakang sesuai dengan <i>role</i>	Sesuai
2	Autentikasi Multilevel	Input kredensial pengguna yang tidak valid	Sistem memunculkan pesan gagal login dan menampilkan kembali form login	Sistem menampilkan pesan gagal login	Sesuai
3	Logout	Pengguna menekan tombol logout dan melakukan konfirmasi	Sistem mengarahkan ke tampilan katalog buku di bagian <i>frontend</i>	Sistem menampilkan bagian <i>frontend</i>	Sesuai

No	Modul yang Diuji	Skenario Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Hasil (Output)	Status
4	Menampilkan katalog buku di bagian <i>frontend</i>	Pengguna mengakses URL dari Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan SMAN 2 Subang	Sistem dapat menampilkan katalog buku pada bagian <i>frontend</i>	Sistem menampilkan daftar buku sesuai dengan yang ada dalam basis data	Sesuai
5	CRUD Data Master Buku	Input data buku baru sesuai dengan form yang ada dalam sistem	Data tersimpan ke tabel buku dan memunculkan pesan data berhasil disimpan	Buku berhasil terdaftar di basis data	Sesuai
6	CRUD Data User	Input data pengguna baru sesuai dengan form yang ada dalam sistem	Data tersimpan ke tabel <i>users</i> dan memunculkan pesan data berhasil disimpan	<i>Users</i> berhasil terdaftar di basis data	Sesuai
7	CRUD Transaksi peminjaman	Input data peminjaman baru sesuai dengan form yang ada dalam sistem	Data tersimpan ke tabel peminjaman dan memunculkan pesan data berhasil disimpan	Transaksi peminjaman berhasil disimpan di basis data	Sesuai
8	CRUD Transaksi pengembalian	Input data pengembalian baru sesuai dengan form yang ada dalam sistem	Data tersimpan ke tabel pengembalian dan memunculkan pesan data berhasil disimpan	Transaksi pengembalian berhasil disimpan di basis data	Sesuai
9	Validasi Batas Sirkulasi	Mencoba menginput 3 judul buku untuk 1 nomor anggota siswa	Sistem menolak transaksi ke 3 dan memunculkan notifikasi batas maksimal peminjaman	Transaksi diblokir pada item ke 3 dan muncul pesan bahwa sudah mencapai jumlah maksimal peminjaman	Sesuai

No	Modul yang Diuji	Skenario Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Hasil (Output)	Status
10	Perhitungan Denda	Input tanggal pengembalian terlambat 3 hari	Sistem menghitung denda untuk 3 hari keterlambatan pengembalian	Nilai denda akurat untuk 3 hari x tarif denda	Sesuai
11	<i>Dashboard</i> Visual	Eksekusi kueri transaksi peminjaman baru oleh anggota perpustakaan	Grafik pada dashboard langsung memperbarui proporsinya secara otomatis	Grafik batang dan diagram lingkaran langsung berubah secara <i>real time</i>	Sesuai

3.2 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian Sistem Informasi Sirkulasi Data Perpustakaan SMAN 2 Subang menunjukkan keberhasilan yang signifikan dalam menjawab seluruh tujuan operasional yang telah ditetapkan sejak awal penelitian. Secara fundamental, sistem ini dirancang untuk menjembatani kesenjangan operasional akibat ketergantungan pada pencatatan buku besar konvensional yang rawan terhadap *human error*, inefisiensi waktu, dan asimetri informasi. Integrasi pemodelan *Object Oriented Analysis and Design* (OOAD) ke dalam bentuk prototipe aplikasi berbasis web terbukti mampu memetakan seluruh entitas, data, serta batasan aturan bisnis secara presisi.

Indikator utama keberhasilan pemenuhan tujuan ini tercermin dari transformasi secara signifikan dari waktu pelayanan administrasi sirkulasi. Reduksi waktu tunggu layanan dari semula 3 hingga 5 menit per siswa menjadi kurang dari 50 detik per transaksi membuktikan bahwa otomatisasi basis data relasional MySQL mampu menghilangkan redundansi proses pencatatan fisik. Melalui pemangkasan ini, tujuan sekolah untuk menghadirkan layanan sirkulasi yang responsif di tengah keterbatasan jam istirahat siswa dapat terealisasi secara empiris. Selain itu keberadaan *dashboard* visual melengkapi pencapaian tujuan strategis, di mana kepala perpustakaan kini memiliki kemampuan untuk memantau metrik literasi secara *real time*, meminimalkan penundaan laporan bulanan, serta menyajikan basis data yang valid untuk mendukung keputusan manajemen sekolah.

Terdapat tiga faktor arsitektural dan metodologis utama sistem yang dikembangkan mampu mencapai efisiensi performa di antaranya (1) Pemilihan model *waterfall* yang dieksekusi secara sekuensial memberikan fondasi dokumentasi yang kuat. Karena karakteristik kebutuhan fungsional di SMAN 2 Subang cenderung stabil, fase analisis kebutuhan yang mendalam berhasil mengunci ruang lingkup pengembangan secara konsisten. Hal ini meminimalkan terjadinya pelebaran fungsi di tengah jalan saat penulisan kode program dimulai, sehingga setiap fungsi yang dikodifikasi tepat sasaran. (2) Penerapan pola arsitektur MVC dengan menggunakan *framework* CodeIgniter 4 mengisolasi logika akses data dari logika presentasi antarmuka. Pemisahan ini meminimalkan beban komputasi di sisi *client* dan memaksimalkan efisiensi eksekusi kueri pada data *layer* menggunakan indeksasi basis data MySQL yang optimal. Sehingga pemrosesan transaksi sirkulasi masal yang melibatkan ratusan siswa dalam satu waktu tidak mengalami degradasi performa. (3) Dari sisi desain antarmuka untuk mengatasi kendala psikologis berupa resistensi pengguna admin perpustakaan senior dengan latar belakang non IT, sistem ini mereduksi kompleksitas visual menjadi antarmuka yang mudah dipahami. Minimalisasi beban kognitif ini menjadi faktor penentu yang mempercepat adaptasi staf operasional terhadap sistem.

Temuan empiris dalam penelitian ini memperkuat dan memperluas beberapa teori fundamental dalam ranah rekayasa sistem informasi dan interaksi manusia dan komputer (IMK). Keberhasilan kodifikasi proses bisnis perpustakaan menggunakan diagram UML selaras dengan teori pemodelan berorientasi objek dari Booch et al [16] yang menyatakan bahwa representasi

entitas dunia nyata ke dalam bentuk enkapsulasi objek dapat mencegah terjadinya anomali data serta meningkatkan aspek usability komponen program (*reusability*).

Dalam konteks IMK, penerapan antarmuka *user centered minimalism* pada sistem ini mengonfirmasi *Eight Golden Rules of Interface Design* yang dirumuskan oleh Ben Shneiderman [17], terutama pada poin mengurangi beban memori jangka pendek pengguna dan menyediakan penanganan kesalahan yang sederhana. Dengan membatasi jumlah elemen visual yang tidak relevan di layar *dashboard* admin perpustakaan dapat fokus sepenuhnya pada penyelesaian tugas. Fenomena empiris ini mendukung hukum Hick Hyman, di mana waktu yang dibutuhkan seseorang untuk mengambil keputusan berbanding lurus dengan jumlah dan kompleksitas pilihan yang disajikan.

Penggunaan arsitektur berbasis *framework* dalam meningkatkan keamanan data transaksi sirkulasi membuktikan bahwa sistem informasi perpustakaan tingkat sekolah menengah tidak boleh dikembangkan menggunakan hanya dengan menggunakan satu file kode program utuh. Fleksibilitas aturan denda yang berhasil diselesaikan melalui *Dynamic Business Rules Engine* dalam riset ini memotong perdebatan birokrasi antara petugas perpustakaan dan siswa ketika terjadi pergeseran kalender libur sekolah yang tidak terduga, sebuah temuan baru yang belum dieksplorasi secara mendalam penelitian oleh Harjono dan Tute.

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah bagi perkembangan ilmu sistem informasi, khususnya pada sub bidang *Enterprise Information Systems* dan otomasi institusi pendidikan. Penelitian ini juga secara praktis menyajikan mengenai bagaimana metodologi yang konvensional *waterfall* dapat dikombinasikan secara baik dengan kustomisasi aturan proses bisnis SMAN 2 Subang. Selama ini, terdapat anggapan bahwa model *waterfall* terlalu kaku untuk menangani sistem yang dinamis. Penelitian ini berhasil mengatasi batasan tersebut dengan membuktikan bahwa jika analisis kebutuhan pada tahap awal dilakukan secara rigid melalui kodifikasi OOAD yang matang, fleksibilitas fungsionalitas sistem tetap dapat dicapai tanpa harus mengorbankan stabilitas arsitektur sistem informasi. Dokumentasi empiris mengenai metrik efisiensi waktu menyediakan data literatur baru yang valid bagi para peneliti selanjutnya yang ingin mengkaji dampak kuantitatif dari transformasi digital pada sektor tata kelola sekunder di lingkungan sekolah.

Meskipun sistem ini berhasil memberikan implikasi praktis yang nyata bagi SMAN 2 Subang, namun terdapat beberapa keterbatasan yang menjadi ruang terbuka untuk pengembangan riset di masa depan antara lain (1) Sistem belum terhubung secara otomatis dengan *Application Programming Interface* (API) eksternal milik Kementerian Pendidikan atau Dinas Pendidikan Provinsi untuk menarik data hari libur nasional secara otomatis. (2) Sistem belum dibekali oleh kemampuan analitik prediktif menggunakan algoritma kecerdasan buatan, seperti implementasi *Collaborative Filtering* atau *Content Based Filtering* yang dapat memberikan rekomendasi buku secara personal kepada siswa berdasarkan histori peminjaman mereka, dan (3) Sistem ini dikembangkan secara berdiri sendiri serta belum terintegrasi dengan sistem lain milik SMAN 2 Subang. Berdasarkan keterbatasan tersebut, peluang penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada pengembangan arsitektur berbasis *microservices* untuk mempermudah integrasi sistem perpustakaan dengan ekosistem digital sekolah yang lebih luas menggunakan RESTful API. Selain itu, implementasi teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) untuk pemindaian *barcode* serta penyematan modul *Machine Learning* untuk prediksi kebutuhan pengadaan buku tahunan menjadi arah riset lanjutan yang sangat menjanjikan demi mewujudkan konsep *Smart Library infrastructure*.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan model sekuensial *waterfall* dan pendekatan *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD) berhasil menjawab seluruh permasalahan mendasar terkait efisiensi administrasi di perpustakaan SMAN 2 Subang. Sistem informasi perpustakaan berbasis *web* yang dibangun terbukti secara empiris siap menggantikan metode buku besar konvensional yang rawan terjadi kesalahan pencatatan data. Hasil pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Blackbox Testing* dengan teknik *Equivalence Partitioning* berdasarkan kebutuhan fungsional menunjukkan tingkat keberhasilan mutlak sebesar 100%, yang menandakan bahwa sistem ini terbebas dari galat logika pada aspek pembatasan hak akses multilevel, manajemen sirkulasi, otomasi denda, maupun pembaruan data visual secara *real time*.

Penelitian ini memberikan kontribusi konseptual baru dalam desain sistem sirkulasi berskala sekolah melalui pengintegrasian *Dynamic Business Rules Engine* pada modul perhitungan denda secara otomatis dari akumulasi masa keterlambatan pengembalian buku. Di samping itu, penerapan prinsip *user centered minimalism* pada desain antarmuka terbukti efektif memitigasi kendala penolakan pengguna. Implikasi praktis dari rancangan ini adalah terjadinya reduksi waktu pelayanan transaksi sirkulasi secara signifikan, dari yang semula membutuhkan waktu 3 hingga 5 menit per siswa menjadi kurang dari 50 detik per transaksi. Kehadiran *dashboard* visual eksekutif berbasis *chart.js* juga mentransformasikan peran kepala perpustakaan dari pengawas pasif menjadi pengambil keputusan yang responsif, karena didukung oleh data tren literasi siswa yang disajikan secara aktual.

Meskipun sistem informasi ini telah memenuhi kriteria kelayakan rilis operasional yang sangat baik, pengembangan ke depan masih terbuka lebar untuk meningkatkan kapabilitas dan jangkauan sistem. Rekomendasi utama untuk penelitian lanjutan adalah pengembangan arsitektur sistem agar mendukung integrasi teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) atau pemindaian kode QR (*QR Code*) berbasis perangkat bergerak (*mobile application*) untuk mempercepat inventarisasi fisik buku masal. Selain itu, sistem ini sangat potensial untuk dilengkapi dengan modul *WhatsApp Gateway* otomatis yang berfungsi mengirimkan notifikasi pengingat secara mandiri kepada siswa satu hari sebelum masa pinjam berakhir guna meminimalkan angka keterlambatan. Terakhir, pengembangan berikutnya disarankan untuk merancang antarmuka pemrograman aplikasi (API) terpadu agar sistem informasi perpustakaan ini dapat diintegrasikan secara langsung dengan Sistem Informasi Akademik utama SMAN 2 Subang, sehingga sinkronisasi data status keaktifan keanggotaan siswa dapat berjalan secara otomatis dan terpusat.

Daftar Referensi

- [1] W. Priyoatmoko, S. Waluyo, P. Studi, and T. Informatika, "Pelatihan sistem informasi perpustakaan sebagai sarana peningkatan kualitas pendidikan sdn bengkal kranggan temanggung," *PEMANAS J. Pengabd. Masy. Nas.*, vol. 4, no. 2, pp. 168–174, 2024, doi: <https://doi.org/10.22441/pemanas.v4i2.30976>.
- [2] M. Musyidah, S. Sukirman, and D. Hidayati, "Pemanfaatan Sistem Informasi Manajemen Perpustakaan Dalam Menumbuhkan Minat Baca Siswa Di SMAN 1 Berau," *JIMP (Jurnal Inov. dan Manaj. Pendidikan)*, vol. 3, no. 1, pp. 61–75, 2023, doi: [10.12928/jimp.v3i1.9366](https://doi.org/10.12928/jimp.v3i1.9366).
- [3] D. A. Komara and A. Hadiapurwa, "Improving Literacy of Junior High School Students through Revitalization of Library in Kampus Mengajar IV Activities," *DWIJA CENDEKIA J. Ris. Pedagog.*, vol. 7, no. 1, pp. 143–152, 2023, doi: <https://doi.org/10.20961/jdc.v7i1.70502>.
- [4] A. R. Subiyantari, T. Iriani, S. S. Handoyo, A. Nugraha, and E. R. Djumena, "Optimalisasi Manajemen Perpustakaan untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran di SMK Yapinuh Muara Gembong," *J. Abditek*, vol. 6, no. 4, pp. 28–37, 2026, doi: <https://doi.org/10.21009/Abditek.061.04>.
- [5] I. Suriyanti *et al.*, "Perancangan sistem informasi penjualan berbasis android pada butik zahara hijab," *Djtechno J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 183–194, 2023, doi: [10.46576/djtechno](https://doi.org/10.46576/djtechno).
- [6] Y. Kurniawan and K. Widatama, "Pengembangan Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Metode Prototype," *J. Inf. Syst. Artif. Intell.*, vol. 3, no. 2, pp. 202–211, 2023, doi: <https://doi.org/10.26486/jisai.v3i2.190>.
- [7] D. Kristyanto and Y. Shintawati, "Implementation of the library automation system in high schools in Surabaya City," *Rec. Libr. J.*, vol. 9, no. 2, pp. 293–305, 2023, doi: [10.20473/rjl.V9-I2.2023.293-305](https://doi.org/10.20473/rjl.V9-I2.2023.293-305).
- [8] W. Harjono and Kristianus Jago Tute, "Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall," *SATESI J. Sains Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 47–51, Apr. 2022, doi: [10.54259/satesi.v2i1.773](https://doi.org/10.54259/satesi.v2i1.773).
- [9] M. N. I. Rifqi, R. Nindyasari, and A. C. Murti, "Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Website Menggunakan Framework Laravel," *Bit-Tech (Binary Digit. - Technol.)*, vol. 7, no. 3, pp. 817–825, 2025, doi: [10.32877/bt.v7i3.2200](https://doi.org/10.32877/bt.v7i3.2200).
- [10] R. J. Fakhlina, L. Lolytasari, F. Bifakhlina, and M. Riza, "Enhancing academic librarians' soft skills to face artificial intelligence changes using the ADKAR model," *Berk. Ilmu Perpust. dan Inf.*, vol. 22, no. 1, pp. 114–128, 2026, doi: [10.26486/bik.v22i1.114-128](https://doi.org/10.26486/bik.v22i1.114-128).

- <https://doi.org/10.22146/bip.v22i1.22153>.
- [11] M. R. Mahendra, F. Firmansyah, and A. R. Kadafi, "Pengembangan sistem informasi perpustakaan berbasis web di sdn xyz," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.*, vol. 13, no. 3, pp. 1333–1338, 2025, doi: <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.8094>.
 - [12] R. Restu, R. Ramadhan, and M. T. I. Rahmayani, "Perancangan sistem informasi perpustakaan ustadz mil stain bengkalis," *Djtechno J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 195–206, 2023, doi: 10.46576/djtechno.
 - [13] A. B. Santosa, S. Sukirman, and S. Subaidi, "Strategi Manajemen Perpustakaan Digital untuk Meningkatkan Kualitas Akademik," *Kelola J. Manaj. Pendidik.*, vol. 9, no. 2, pp. 136–147, 2022, doi: <https://doi.org/10.24246/j.jk.2022.v9.i2.p136-147>.
 - [14] R. T. Sulisty, F. Amalia, and T. Afirianto, "Pengembangan Aplikasi Sistem Penilaian Praktik Pengalaman Lapangan pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Berbasis Web," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 5, pp. 957–964, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184568.
 - [15] A. Wulandari and U. Chotijah, "Penerapan Framework Codeigniter pada Perpustakaan Berbasis Web (Studi Kasus : Perpustakaan SMP Miftahurrohman)," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 6, pp. 1793–1799, 2024, doi: <https://doi.org/10.32672/jnkti.v7i6.8299>.
 - [16] G. Booch, R. A. Maksimchuk, M. W. Engle, P. D. Bobbi J. Young, J. Conallen, and K. A. Houston, *Object-Oriented Analysis and Design with Applications*, 3rd ed. 2021.
 - [17] B. Shneiderman and C. Plaisant, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 6th ed. 2018.