

Design and Build of a Library Book Loan System Application Using Radio Frequency Identification

Zulfannasor Ahyar¹⁾, Eka Arriyanti²⁾, dan Wahyuni³⁾

Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma

Jl. M. Yamin No. 25, Samarinda, 75123

E-mail: 1943007@wicida.ac.id¹⁾, ekaarry@wicida.ac.id²⁾, wahyuni@wicida.ac.id³⁾

ABSTRACT

Zulfannasor Ahyar, 2026, This study aims to design and build a web-based library book loan system utilizing Radio Frequency Identification (RFID) technology to enhance service efficiency and data accuracy. Many school libraries still employ manual loan systems, which are prone to recording errors, data loss, and time-consuming transaction processes. The system development methodology used is the Waterfall method, which encompasses requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance phases. This system integrates RFID tags attached to books and member cards with an RFID reader connected to a web-based application using the PHP programming language and MySQL database. System testing was conducted using black-box and white-box methods to ensure all functions operate according to requirements. The results indicate that the RFID-based book loan system is capable of accelerating borrowing and returning processes, reducing recording errors, and facilitating staff in report generation. Thus, this system serves as an effective solution for improving the quality of library services.

Keywords: application, book lending system, RFID, library, waterfall.

Rancang-Bangun Aplikasi Sistem Peminjaman Buku Perpustakaan Menggunakan Radio Frequency Identification

ABSTRAK

Zulfannasor Ahyar, 2026, Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem peminjaman buku perpustakaan berbasis web dengan memanfaatkan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) guna meningkatkan efisiensi layanan dan akurasi data. Banyak perpustakaan sekolah masih menggunakan sistem peminjaman manual yang rentan terhadap kesalahan pencatatan, kehilangan data, serta proses transaksi yang memakan waktu. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode Waterfall yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem ini mengintegrasikan RFID tag yang ditempelkan pada buku dan kartu anggota dengan RFID reader yang terhubung ke aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black-box* dan *white-box* untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai kebutuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem peminjaman buku berbasis RFID mampu mempercepat proses peminjaman dan pengembalian, mengurangi kesalahan pencatatan, serta mempermudah petugas dalam pembuatan laporan. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan kualitas layanan perpustakaan.

Kata Kunci: aplikasi, sistem peminjaman buku, RFID, perpustakaan, waterfall

1. PENDAHULUAN

Perpustakaan merupakan institusi yang mengelola koleksi informasi sekaligus tempat mengkajinya. Sebagai pusat informasi, perpustakaan harus memberikan pelayanan terbaik guna meningkatkan efisiensi dan kualitas interaksi dengan pengguna.

Namun, permasalahan klasik yang sering dihadapi, khususnya di Perpustakaan Madrasah Tsanawiyah Normal Islam Samarinda, adalah ketergantungan pada sistem manual. Proses peminjaman dan pengembalian buku yang dilakukan dengan pencatatan konvensional

memakan waktu lama dan memiliki risiko kesalahan pencatatan yang tinggi, serta kurangnya sistem monitoring yang baik.

Untuk mengatasi hal tersebut, teknologi informasi, khususnya *Radio Frequency Identification* (RFID), menjadi solusi yang relevan. RFID menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi objek secara otomatis tanpa kontak langsung. Penerapan teknologi ini memungkinkan otomatisasi proses sirkulasi, di mana data buku dan anggota dapat dibaca melalui tag RFID, sehingga tidak perlu lagi mengetik data secara manual.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi sistem peminjaman buku menggunakan RFID yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses, memudahkan pengumpulan data real-time, dan mengurangi potensi human error.

2. RUANG LINGKUP

Dalam penelitian ini permasalahan mencakup:

1. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu “Bagaimana membangun aplikasi sistem peminjaman buku perpustakaan menggunakan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) dalam pelayanan peminjaman buku pada Perpustakaan Madrasah Tsanawiyah Normal Islam Samarinda?”

2. Batasan penelitian

Agar penelitian lebih terarah dan fokus pada tujuan utama, ruang lingkup pengembangan sistem ini dibatasi pada perancangan aplikasi perpustakaan berbasis web yang diimplementasikan khusus di MTs Normal Islam Samarinda. Sistem ini mengintegrasikan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) menggunakan perangkat keras reader dan tag untuk proses otentikasi dan sirkulasi otomatis. Pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan metode Waterfall dengan bahasa pemrograman PHP, basis data MySQL, dan editor Visual Studio Code. Adapun fitur fungsional yang dibangun meliputi manajemen data anggota dan buku, transaksi peminjaman dan pengembalian, perhitungan denda keterlambatan, pencatatan kunjungan siswa, serta pembuatan laporan sirkulasi bulanan, tanpa membahas aspek pengadaan buku atau manajemen keuangan perpustakaan secara mendalam.

3. Tujuan penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun aplikasi sistem peminjaman buku menggunakan RFID pada perpustakaan MTs. Normal Islam Samarinda yang dapat mempercepat dan mempermudah proses peminjaman dan pengembalian buku.

3. BAHAN DAN METODE

Untuk mendukung hasil penelitian, diperlukan suatu landasan konseptual dalam merumuskan definisi-definisi yang menunjang kegiatan penelitian, baik berupa teori dasar maupun teori umum.

3.1 Perpustakaan

Menurut (Eskha, 2018) Perpustakaan adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan informasi dan memelihara koleksi buku, majalah, dan bahan kepustakaan lainnya. Perpustakaan dapat didefinisikan sebagai suatu lembaga atau institusi yang mengelola koleksi sumber informasi, terutama buku, yang dikelola secara sistematis dan tersedia untuk digunakan oleh masyarakat umum atau kelompok tertentu. Tujuan perpustakaan secara umum adalah untuk menyediakan akses terhadap sumber informasi dan pengetahuan guna

mendukung pengembangan literasi, pendidikan, budaya, dan peningkatan kualitas hidup masyarakat.

3.2 Sistem Informasi

Sistem Informasi adalah suatu kombinasi dari teknologi, manusia, dan proses yang saling terintegrasi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi guna mendukung pengambilan keputusan, koordinasi, kontrol, analisis, dan visualisasi di dalam sebuah organisasi. Menurut (Lesmana & Silalahi, 2020) Sistem informasi merupakan gabungan dari berbagai komponen teknologi informasi yang saling bekerjasama dan menghasilkan suatu informasi guna untuk memperoleh satu jalur komunikasi dalam suatu organisasi atau kelompok. Dengan kata lain, sistem informasi digunakan untuk mengelola data menjadi informasi yang berguna bagi pengguna dalam berbagai aktivitas, mulai dari operasional sehari-hari hingga perencanaan strategis.

3.3 Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi yang memanfaatkan gelombang radio untuk mengidentifikasi dan melacak objek secara otomatis. Teknologi ini bekerja dengan perangkat kecil yang disebut tag RFID, yang memuat informasi tentang objek tersebut, serta perangkat pembaca yang disebut RFID Reader. Menurut (Dika Vivi Widyanti dkk., 2024) RFID yang merupakan singkatan dari Identifikasi Frekuensi Radio, merupakan suatu teknologi nirkabel yang bertujuan untuk melakukan identifikasi atau pengenalan otomatis menggunakan frekuensi radio.

Teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) memiliki komponen utama yang bekerja secara terpadu untuk memfasilitasi proses identifikasi, komunikasi data, dan mengelola data objek. diantaranya sebagai berikut:

1. RFID Tag

RFID Tag adalah komponen yang ditempelkan pada objek (dalam konteks ini, buku). Ada dua jenis RFID tag, diantaranya:

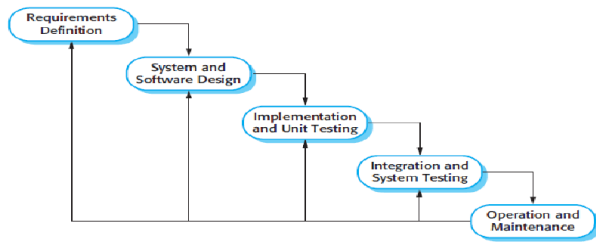
- Tag Pasif : Tidak memiliki sumber daya sendiri, sehingga bergantung pada gelombang elektromagnetik dari Reader untuk mentransfer data.
- Tag Aktif : Memiliki sumber daya internal (baterai) yang memungkinkan komunikasi dalam jarak lebih jauh.

2. RFID Reader

RFID Reader adalah perangkat yang berfungsi untuk membaca informasi dari tag RFID. Ketika Reader mengirimkan sinyal ke tag, tag akan merespons dengan data yang ada dalam chip-nya.

3.4 Metode Waterfall

Menurut (Arriyanti, E., 2015) Model Sekuensial Linier (Waterfall) atau Air Terjun merupakan paradigma rekayasa perangkat lunak yang paling tua (klasik) dan paling banyak dipakai. Model ini mengusulkan sebuah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang sistematis hingga selesai untuk setiap tahapnya sebelum berpindah ke tahapan berikutnya.



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

Tahapan dimulai dari *requirements definition*, *system and software design*, *implementation and unit testing*, *integration and system testing*, dan *operation and maintenance*.

3.5 PHP (Hypertext Preprocessor)

Menurut (Habibi & Suryansah, 2020) PHP adalah singkatan dari PHP Hypertext Preprocessor, yaitu bahasa pemrograman sisi server yang digunakan secara luas untuk penanganan pembuatan dan pengembangan sebuah situs web dan bisa digunakan bersamaan dengan HTML. PHP (Hypertext Preprocessor) adalah bahasa pemrograman back-end yang dirancang untuk mengembangkan aplikasi web dan menghasilkan halaman web dinamis. PHP sering digunakan untuk mengelola sesi pengguna, pelacakan, dan bahkan pengembangan aplikasi berbasis database. PHP dapat disematkan langsung ke dalam HTML, membuatnya sangat fleksibel untuk membangun aplikasi web.

3.6 Visual Studio Code

Visual studio code adalah kode editor yang dikembangkan oleh microsoft, aplikasi ini dirancang untuk penulisan pemrograman. Dikenal karena kecepatan, kemampuan kustomisasi, serta berbagai fitur yang mendukung produktivitas developer, visual studio code menjadi salah satu editor kode yang paling populer di kalangan programmer. Menurut (Deniswara dkk., 2023) Visual studio code merupakan editor gratis dan sumber terbuka yang mendukung berbagai bahasa pemrograman dan fitur, termasuk *debugging*, *syntax highlighting*, *code completion*, dan *integrasi Git*. Visual studio code sering disebut sebagai salah satu code editor terpopuler karena antarmuka yang ramah pengguna dan fleksibilitasnya bagi pengembang pemula maupun berpengalaman.

3.7 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa pemodelan visual berbasis objek yang berfungsi sebagai standar dalam pengembangan perangkat lunak dan sistem informasi. Menurut (Habibi dkk., 2020) Unified Modelling Language (UML) adalah sebuah bahasa yang telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. Dengan UML, pengembang dapat membuat model yang konsisten dan dapat digunakan sebagai referensi selama pengembangan dan pemeliharaan sistem. Dengan menggunakan UML, rancangan sistem menjadi lebih mudah dipahami oleh pengembang maupun pihak lain yang berkepentingan, sehingga

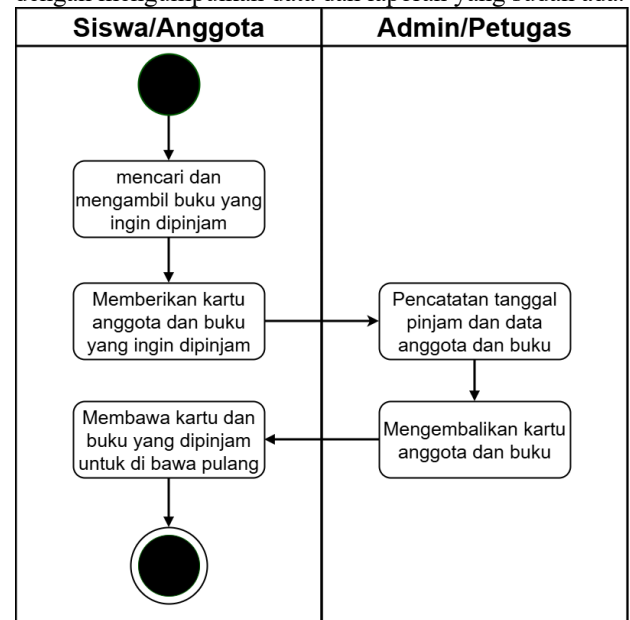
mempermudah proses pengembangan dan pemeliharaan aplikasi.

4. PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini menyajikan detail mengenai perancangan dan pembangunan aplikasi sistem peminjaman buku perpustakaan menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) yang dilakukan berdasarkan tahapan metode *waterfall*.

4.1 Requirements Definition

Pada tahap ini merupakan fondasi utama dalam pembangunan sistem ini, memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan benar-benar menjawab permasalahan dan kebutuhan operasional perpustakaan. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan petugas perpustakaan, observasi langsung terhadap alur peminjaman buku yang sedang berjalan dan dokumentasi dengan mengumpulkan data dan laporan yang sudah ada.



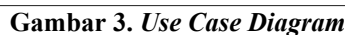
Gambar 2. Activity Diagram Peminjaman Konvensional

Sistem peminjaman buku konvensional yang digambarkan dalam gambar *activity diagram* di atas menunjukkan proses manual yang melibatkan interaksi langsung antara Siswa/Anggota dan Admin/Petugas. Alur dimulai ketika anggota mencari dan mengambil buku di rak secara mandiri, kemudian menyerahkan buku tersebut beserta kartu anggota kepada petugas untuk diproses. Pada tahap ini, petugas melakukan pencatatan data peminjaman dan tanggal pinjam secara manual ke dalam buku besar sebelum akhirnya mengembalikan kartu serta buku kepada anggota untuk dibawa pulang. waktu lebih lama dalam setiap transaksinya.

4.2 System and Software Design

Tahap desain sistem merupakan salah satu fase penting dalam model pengembangan *Waterfall*, yaitu setelah tahap analisis kebutuhan selesai dilakukan. Pada tahap ini, hasil analisis kebutuhan pengguna dan sistem diterjemahkan ke dalam rancangan teknis yang akan

anggota memenuhi syarat, petugas akan melanjutkan dengan memindai RFID pada buku. Setelah sistem memverifikasi validitas data buku, notifikasi keberhasilan akan muncul dan transaksi tercatat dalam sistem, yang diakhiri dengan penyerahan buku kepada anggota.



```

graph TD
    subgraph "Siswa/Anggota"
        S1[Memberikan kartu anggota dan buku yang ingin dipinjam]
        S2[menerima Buku dan Kartu Anggota]
    end

    subgraph "Admin/Petugas"
        A1[membuka aplikasi]
        A2[melakukan scan kartu anggota di form pendaftaran]
        A3[melakukan scan buku di form input rfid buku]
        A4[petugas memberikan Buku dan Kartu Anggota]
    end

    subgraph "Sistem"
        S1S[menampilkan halaman dashboard admin]
        S2S{cek no_rfid kartu anggota?}
        S3S[menampilkan form pendaftaran]
        S4S{cek anggota}
        S5S{cek apakah ada denda}
        S6S{pinjaman > 2}
        S7S{surungan henti}
        S8S{cek no_rfid buku?}
        S9S{cek ketersediaan buku?}
        S10S[Menampilkan notifikasi (pinjaman berhasil)]
    end

    S1 --> A1
    A1 --> S1S
    S1S -- "Tidak terdaftar" --> S2S
    S2S -- "Ya" --> S3S
    S2S -- "Tidak" --> A2
    A2 --> S3S
    S3S --> S4S
    S4S -- "Alif" --> S5S
    S4S -- "Tidak Alif" --> S8S
    S5S -- "Ada" --> S8S
    S5S -- "Tidak" --> S6S
    S6S -- "Ya" --> S8S
    S6S -- "Tidak" --> S7S
    S7S -- "Belum" --> S8S
    S7S -- "Sudah" --> A3
    S8S -- "Tidak Terdaftar" --> S2S
    S8S -- "Terdaftar" --> S9S
    S9S -- "Tidak Tersedia" --> S2S
    S9S -- "Tersedia" --> S10S
    S10S --> A4
    A4 --> S2
    S2 --> End(( ))

```

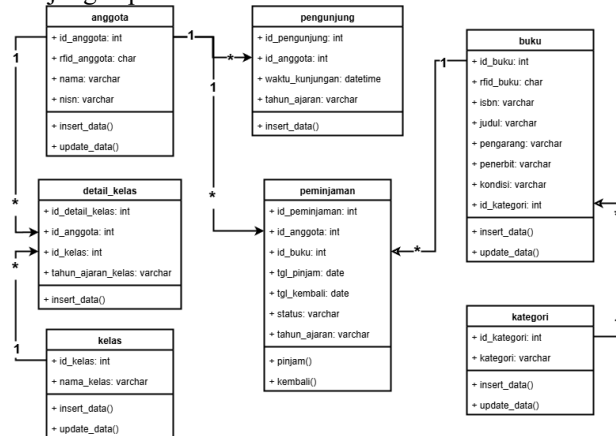
Pada gambar 4 adalah proses peminjaman buku berbasis teknologi RFID dimulai ketika anggota menyerahkan kartu anggota dan buku yang akan dipinjam kepada petugas. Petugas kemudian memindai kartu RFID anggota melalui aplikasi untuk divalidasi oleh sistem. Sistem akan memeriksa apakah nomor RFID terdaftar serta meninjau status keaktifan anggota, seperti ada tidaknya tunggakan denda, batas maksimal peminjaman, atau status kunjungan harian. Jika ditemukan ketidaksesuaian atau pelanggaran syarat, sistem akan secara otomatis memblokir akses dan menampilkan notifikasi kesalahan. Sebaliknya, jika



Pada gambar 5 adalah proses pengembalian buku dimulai saat anggota menyerahkan kartu dan buku kepada petugas untuk dipindai melalui form pengembalian. Sistem akan memvalidasi nomor RFID anggota; jika terdaftar, petugas memilih data buku yang dikembalikan dan sistem otomatis memeriksa status keterlambatan. Apabila terjadi keterlambatan, petugas menginput jumlah denda sebelum sistem menampilkan notifikasi keberhasilan pengembalian. Proses ini berakhir setelah sistem mencatat transaksi dan petugas mengembalikan kartu anggota.



Pada gambar 5 adalah proses pencatatan kunjungan perpustakaan berbasis RFID dimulai ketika anggota memindai kartu mereka pada alat pembaca. Sistem kemudian memverifikasi nomor RFID dalam database; jika tidak terdaftar, akan muncul notifikasi bahwa data tidak ditemukan. Namun, jika kartu terdaftar, sistem lanjut memeriksa riwayat kunjungan pada hari yang sama. Apabila anggota belum berkunjung, sistem akan mencatat kehadiran baru dan menampilkan notifikasi keberhasilan, sedangkan jika sudah, sistem akan menginformasikan bahwa pengguna telah melakukan kunjungan pada hari tersebut.



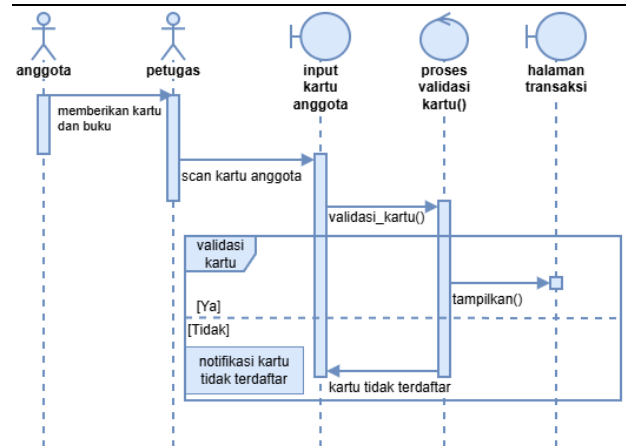
Gambar 6. Class Diagram

Gambar di atas menyajikan struktur *class diagram* yang menjadi fondasi arsitektur perangkat lunak untuk perancangan Aplikasi Perpustakaan MTs. Normal Islam Samarinda. Diagram ini menggambarkan hubungan antar objek, atribut, serta metode yang saling terintegrasi dalam membangun logika bisnis sistem informasi tersebut.

Tabel 1. Kardinalitas Class Diagram

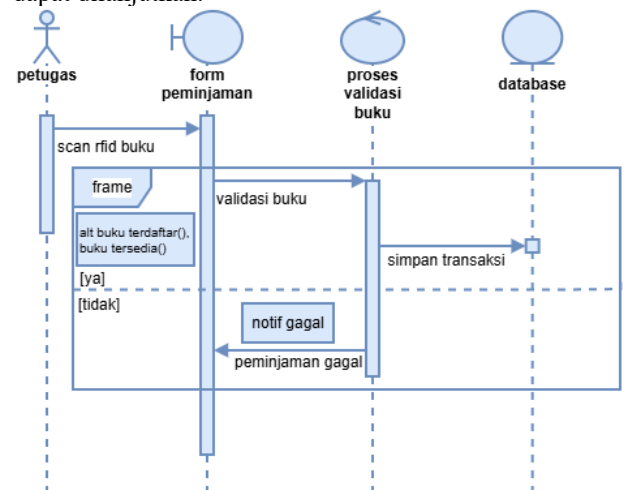
Relasi	Kardinalitas	Keterangan
Anggota – Peminjaman	1 : *	Satu anggota dapat melakukan banyak transaksi peminjaman.
Buku – Peminjaman	1 : *	Satu buku secara historis dapat dipinjam berkali-kali dalam transaksi yang berbeda.
Kategori – Buku	1 : *	Satu kategori dapat memiliki banyak judul buku di dalamnya.
Anggota – Pengunjung	1 : *	Satu anggota dapat tercatat melakukan banyak kunjungan ke perpustakaan.
Anggota – Detail_kelas	1 : *	Satu anggota dapat terdaftar di banyak kelas (misalnya di tahun ajaran yang

Relasi	Kardinalitas	Keterangan
Kelas – Detail_kelas	1 : *	berbeda). Satu kelas (contoh: "IX-A") dapat berisi banyak anggota (siswa).



Gambar 7. Sequence Diagram Validasi Kartu

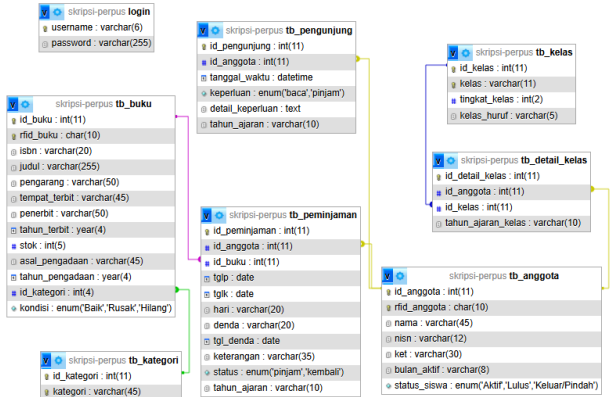
Sequence diagram pada gambar 7 mengilustrasikan alur proses validasi kartu anggota. Proses diawali Anggota yang memberikan kartu dan buku kepada Petugas. Petugas kemudian melakukan scan kartu anggota ke sistem yang langsung memanggil control Proses Validasi Kartu untuk verifikasi data. Jika kartu terdeteksi valid, sistem akan menampilkan Halaman Transaksi agar proses peminjaman atau pengembalian dapat dilanjutkan.



Gambar 8. Sequence Diagram Proses Peminjaman

Sequence diagram pada gambar 8 menggambarkan alur proses validasi buku saat transaksi peminjaman. Proses diawali oleh Petugas yang melakukan *scan* RFID buku melalui input *form* Peminjaman. *Form* tersebut kemudian melakukan *control* Proses Validasi Buku. Di dalam *fragment alt*, sistem akan mengecek dua kondisi: apakah buku terdaftar dan apakah statusnya buku tersedia (tidak sedang dipinjam oleh anggota lain). Jika

kedua kondisi terpenuhi, maka proses simpan transaksi ke *entity Database* untuk merekam data peminjaman. Namun, jika salah satu kondisi tidak terpenuhi, akan mengirimkan pesan peminjaman gagal kembali ke *Form Peminjaman*, yang selanjutnya akan menampilkan notif gagal kepada Petugas.



Gambar 9. Entity Relationship Diagram (ERD)

Dalam desain basis data ini, struktur data disusun menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) yang merupakan representasi visual dari hubungan antar entitas dalam sistem informasi perpustakaan yang dirancang untuk menggambarkan struktur basis data secara jelas dan terorganisir.

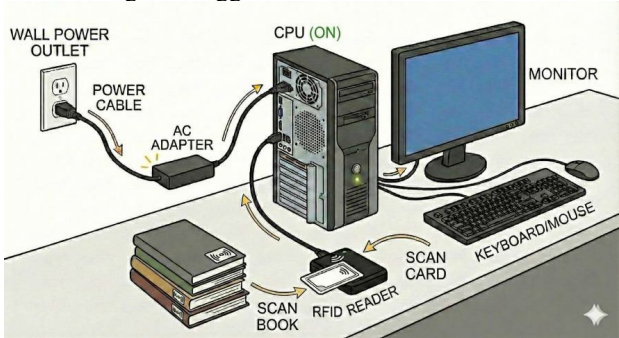
Pada masing masing tabel atau entitas mempunyai fungsi utama yang berbeda, berikut deskripsi atau fungsi pada entitas pada *database*.

Tabel 2. Deskripsi Tabel *Database*

Nama Tabel	Deskripsi / Fungsi Utama
<i>login</i>	Menyimpan informasi akun (<i>username</i> dan <i>password</i>) untuk pengguna yang bisa masuk ke sistem/aplikasi perpustakaan, seperti admin atau pustakawan.
<i>tb_anggota</i>	Menyimpan data semua siswa atau anggota perpustakaan, termasuk nama, NISN, status siswa dan data lainnya.
<i>tb_kelas</i>	Menyimpan daftar nama-nama kelas yang ada di sekolah (misal: 'VII-A', 'IX-B')
<i>tb_detail_kelas</i>	Menjembatani antara <i>tb_kelas</i> dan tahun ajaran. Ini penting untuk membedakan siswa di 'VII-A tahun ajaran 2024/2024' dengan 'VII-A tahun 2025'
<i>tb_buku</i>	Menyimpan katalog atau daftar lengkap semua buku di perpustakaan, seperti judul, pengarang, penerbit.
<i>tb_kategori</i>	Menyimpan daftar semua kategori buku yang ada (misal: 'Sains', 'Fiksi', 'Sejarah')

<i>tb_peminjaman</i>	Tabel inti untuk mencatat semua riwayat transaksi peminjaman buku. Tabel ini menghubungkan siapa (<i>id_anggota</i>) yang meminjam buku apa (<i>id_buku</i>), tgl transaksi, dan statusnya (dipinjam/kembali).
<i>tb_pengunjung</i>	Mencatat data kunjungan harian ke perpustakaan. Ini bisa digunakan untuk mencatat siapa saja yang datang (jika memiliki kartu anggota).

Desain koneksi RFID dengan sistem berfungsi sebagai jembatan komunikasi antara dunia fisik dan digital. Secara teknis, koneksi ini menghubungkan RFID Reader dengan menggunakan kabel data.



Gambar 10. Skema Kolaborasi RFID

Pada gambar 10 merupakan skema kolaborasi antara komputer dan alat RFID yang diimplementasikan dalam sistem peminjaman buku perpustakaan menggunakan teknologi RFID. Komponen krusial dalam sistem ini adalah RFID reader yang dihubungkan secara langsung ke CPU melalui koneksi kabel.



Gambar 11. Kartu RFID

Pada gambar 11 merupakan kartu RFID yang termasuk dalam tag RFID. Secara fisik, kartu ini tampak polos dan kaku karena terbuat dari bahan PVC. Penggunaan material PVC yang solid ini memberikan perlindungan maksimal terhadap komponen elektronik di dalamnya, sehingga kartu tetap awet dan stabil meskipun digunakan secara berulang kali dalam jangka waktu yang lama oleh anggota perpustakaan. Di dalam lapisan plastik putih tersebut, terdapat microchip kecil yang menyimpan data unik.



Gambar 12. Stiker Label RFID

Pada gambar 12 merupakan stiker label RFID yang termasuk dalam tag RFID. Karena desainnya yang sangat tipis dan fleksibel serta memiliki lapisan perekat di bagian belakang, stiker ini sangat efektif untuk ditempelkan pada berbagai objek seperti buku untuk keperluan pelacakan otomatis.

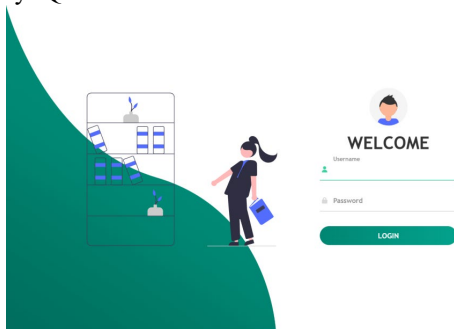


Gambar 13. Alat RFID Reader

Pada gambar 13 merupakan sebuah RFID Reader yang berfungsi sebagai perangkat pemindai kartu atau label RFID secara instan melalui antarmuka USB. Perangkat ini dirancang dengan fitur Plug and Play, sehingga dapat langsung terhubung ke sistem operasi Windows tanpa memerlukan instalasi driver yang rumit, menjadikannya jembatan praktis untuk mengirimkan data identitas unik dari kartu ke dalam aplikasi perpustakaan.

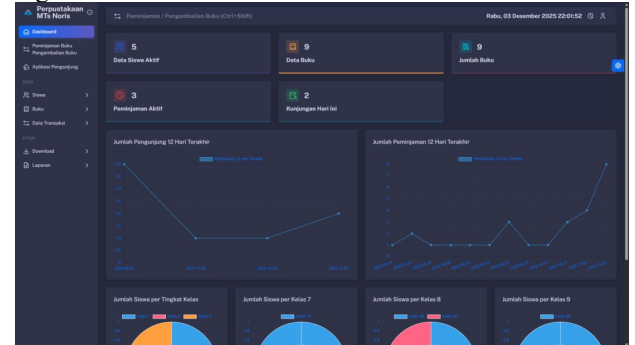
4.3 implementation and unit testing

Tahap implementasi merupakan proses penerapan hasil perancangan sistem ke dalam bentuk program yang dapat dijalankan secara nyata. Pada tahap ini, rancangan antarmuka, basis data, serta logika sistem yang telah dibuat sebelumnya diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan dukungan database MySQL.



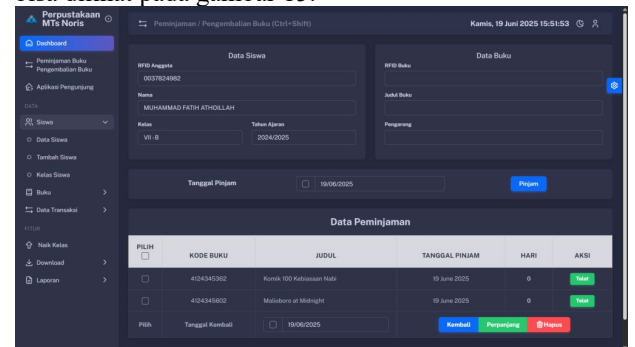
Gambar 14. Tampilan Halaman Login

Tampilan halaman *login* admin pada gambar 14 merupakan tampilan awal untuk admin atau petugas perpustakaan untuk mengakses seluruh data aplikasi perpustakaan. Halaman ini memiliki form *Username* dan *Password* yang terhubung dengan *database* pada table *login*.



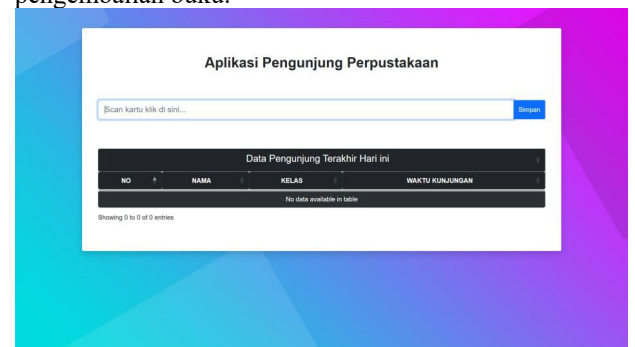
Gambar 15. Tampilan Dashboard

Pada halaman dashboard menampilkan gambaran umum, ringkasan data, atau visualisasi data pada aplikasi bisa dilihat pada gambar 15.



Gambar 16. Tampilan Halaman Transaksi

Pada gambar 16 menampilkan halaman transaksi yang mempunyai *form* untuk transaksi peminjaman dan pengembalian buku.



Gambar 17. Tampilan Halaman Pengunjung

Pada gambar 17 merupakan halaman aplikasi pengunjung merupakan tampilan pencatatan siswa yang berkunjung ke perpustakaan untuk membaca buku atau meminjam buku dengan cara mendekatkan atau menempelkan kartu pada alat *Reader* RFID.

4.4 integration and system testing

Tahap pengujian sistem merupakan fase krusial yang bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi yang telah dibangun sesuai dengan perancangan fungsional dan

bebas dari *error* maupun *bug*. Pengujian ini dilakukan secara menyeluruh pada aplikasi, mulai dari proses autentikasi pengguna, manajemen data anggota dan buku, hingga alur transaksi utama yang memanfaatkan teknologi RFID seperti registrasi kunjungan, peminjaman, dan pengembalian buku. Untuk mencapai tujuan tersebut, pengujian dilakukan dengan menggunakan dua metode utama, yaitu pengujian *White-Box* dan pengujian *Black-Box*.

4.4.1 *White-Box*

Pengujian *White-Box* dilakukan untuk memverifikasi validitas struktur internal dan logika algoritma pada empat modul krusial sistem perpustakaan, yaitu fungsi Cek RFID, Hak Akses Peminjaman, Pinjam Buku, dan Input Kunjungan. Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity* ($V(G)$) yang digunakan untuk memetakan alur program, diperoleh tingkat kompleksitas yang bervariasi: fungsi Cek RFID memiliki nilai kompleksitas 2, Hak Akses Peminjaman memiliki kompleksitas tertinggi sebesar 5, sedangkan fungsi Pinjam Buku dan Input Kunjungan masing-masing memiliki kompleksitas 3. Angka-angka ini merepresentasikan jumlah jalur independen yang wajib diuji untuk memastikan tidak ada celah logika yang terlewat.

Secara keseluruhan, pengujian ini mencakup total 13 skenario uji (*test cases*) yang merepresentasikan seluruh jalur independen dari keempat modul tersebut. Hasil akhir menunjukkan bahwa ke-13 skenario tersebut berstatus Valid, di mana sistem mampu mengeksekusi logika percabangan seperti validasi status keaktifan anggota, pengecekan tunggakan denda, verifikasi stok buku, hingga pencegahan duplikasi kunjungan dengan tepat dan akurat. Dengan tidak ditemukannya kesalahan logika (*logic error*) pada seluruh jalur yang diuji, dapat disimpulkan bahwa kode program yang dibangun telah memenuhi standar efisiensi logika dan memiliki integritas yang baik untuk diimplementasikan.

4.4.2 *Black-Box*

Pengujian *Black-Box* dilaksanakan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna akhir (*end-user*) tanpa memperhatikan struktur internal kode program. Fokus pengujian mencakup verifikasi kesesuaian sistem terhadap kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan, meliputi fitur otentikasi login, manajemen data master (anggota dan buku), transaksi sirkulasi (peminjaman dan pengembalian), serta pencatatan kunjungan harian. Pengujian ini menerapkan skenario pengujian positif (kondisi normal) dan skenario negatif (penanganan kesalahan) untuk memastikan sistem mampu menangani input yang valid maupun yang tidak valid dengan respons yang tepat.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap total 11 skenario uji, seluruh fitur menunjukkan kinerja yang Valid atau "Sesuai Harapan". Sistem berhasil mengeksekusi proses standar seperti penyimpanan data dan pencatatan transaksi dengan akurat, serta mampu menerapkan logika pembatasan sistem secara efektif,

seperti memblokir peminjaman bagi anggota yang memiliki tunggakan denda atau mencoba meminjam melebihi kuota. Dengan keberhasilan pada seluruh skenario uji coba ini, dapat disimpulkan bahwa sistem perpustakaan berbasis RFID ini telah memenuhi spesifikasi kebutuhan pengguna dan siap untuk dioperasikan.

4.5 *operation and maintenance*

Pemeliharaan sistem dilakukan setelah aplikasi RFID sistem perpustakaan selesai diimplementasikan dan digunakan secara nyata. Tahap ini bertujuan untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kegiatan pemeliharaan meliputi pemeriksaan rutin terhadap kinerja sistem, pengecekan konektivitas antara perangkat RFID dan server, serta pembaruan data anggota dan buku agar tetap akurat. Dengan adanya pemeliharaan yang rutin dan berkelanjutan, diharapkan sistem RFID perpustakaan dapat digunakan secara efektif dalam jangka panjang serta mampu menyesuaikan diri dengan perubahan kebutuhan pengguna dan perkembangan teknologi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem informasi perpustakaan berbasis *Radio Frequency Identification* (RFID) menggunakan metode *Waterfall*, yang secara efektif mengatasi kendala proses manual di Perpustakaan Madrasah Tsanawiyah Normal Islam Samarinda. Validitas sistem telah teruji secara menyeluruh melalui 22 skenario pengujian, yang terdiri dari 13 jalur independen pada pengujian *White-Box* untuk memverifikasi logika internal (seperti fungsi cek RFID dan hak akses), serta 9 item uji fungsional pada pengujian *Black-Box*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem bekerja 100% valid sesuai rancangan, menjamin kehandalan alur proses dari sisi logika program maupun antarmuka pengguna.

Secara operasional, implementasi sistem ini memberikan peningkatan signifikan pada efisiensi dan akurasi data sirkulasi, menyediakan pelaporan *real-time*, serta meminimalisir risiko kesalahan pencatatan (*human error*). Sistem juga dilengkapi fitur manajemen komprehensif, termasuk mekanisme pengelolaan denda yang fleksibel; di mana sistem tetap mencatat transaksi secara terintegrasi untuk kebutuhan laporan, namun memberikan otoritas kepada petugas untuk menentukan pemberlakuan denda secara manual, mengakomodasi aspek toleransi terhadap alasan keterlambatan anggota.

6. SARAN

Berdasarkan hasil implementasi, terdapat beberapa rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya guna meningkatkan fungsionalitas dan keamanan sistem. Pertama, pengembangan fitur dapat diperluas melalui integrasi sistem notifikasi otomatis (seperti WhatsApp atau email) sebagai pengingat pengembalian buku, serta

pembuatan aplikasi versi mobile yang memungkinkan anggota memantau riwayat dan ketersediaan buku secara mandiri. Kedua, untuk mendukung transparansi administratif, disarankan penambahan fitur verifikasi kebijakan denda yang mencatat parameter alasan toleransi petugas secara spesifik dalam basis data. Terakhir, aspek keamanan dan operasional perlu ditingkatkan melalui pemasangan *gate security* RFID untuk mencegah kehilangan koleksi, yang diimbangi dengan pelatihan komprehensif bagi petugas dalam pemeliharaan perangkat keras dan pemanfaatan fitur sistem secara maksimal.

7. REFERENSI

- Arriyanti, E. (2015). *Desain dan Implementasi Sistem Informasi Balai Bahasa Menggunakan Metode RUP (Rational Unified Process) Studi Kasus UPT Balai Bahasa STMIK Widya Cipta Dharma Samarinda*. Jakarta: STMIK ERESHA.
- Deniswara, B. H., Dinar, B., Cherry, N., Fadhil, F., Ayu, E., Tamara, E., Tania, S., Sekar, A., Dominique, S., & Ossy, N. (2023). *Tips Kolaborasi ChatGPT Anti Gaptek*. SIEGA Publisher. https://www.google.co.id/books/edition/Tips_Kolaborasi_ChatGPT_Anti_Gaptek/RHi-EAAAQBAJ?hl=en&gbpv=0
- Dika Vivi Widyanti, S. S. S. M. M. M., Syamsulbahri, S. S. M. M. M. B. A., Dr. Ir. Sufrin Hannan, M. M., Dr. H. Hery Erdi, S. E. M. M. M. B. A., Ir. Prillia Haliawan, M. M., & Heny Fitriani, S. E. M. M. M. H. (2024). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (Manajemen Rantai Pasok)*. Lakeisha. <https://books.google.co.id/books?id=XJ72EAAAQBAJ>
- Eskha, A. (2018). Peran Perpustakaan Sebagai Sumber Belajar. *Kajian Ilmu Informasi dan Perpustakaan*, Vol. 2, No, 12–18.
- Habibi, R., Putra, F. B., & Putri, I. F. (2020). Aplikasi kehadiran dosen menggunakan PHP OOP. *Kreatif*. <https://books.google.co.id/books?id=soH1DwAAQBAJ>
- Habibi, R., & Suryansah, A. (2020). Aplikasi prediksi jumlah kebutuhan perusahaan. *Kreatif*. <https://books.google.co.id/books?id=sjDwDwAAQBAJ>
- Heru Sulistiono, S. K. M. K. (2018). Coding Mudah dengan CodeIgniter, JQuery, Bootstrap, dan Datatable. Elex Media Komputindo. <https://books.google.co.id/books?id=WpJuDwAAQBAJ>
- Huda, M. (2018). *Membuat Aplikasi Database*. Elex Media Komputindo. <https://books.google.co.id/books?id=Sdl8sLX7B88C>
- Lesmana, T., & Silalahi, M. (2020). *Jurnal Comasie*. Comasie, 3(3), 21–30.