

Rancang Bangun Sistem Layanan Sirkulasi Ruang Baca Menggunakan Teknologi RFID Berbasis IoT

Lailatul Zakiyah

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: lailatul.21096@mhs.unesa.ac.id

Lilik Anifah, Pradini Puspitaningayu, Rifqi Firmansyah

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: liliakanifah@unesa.ac.id, pradinip@unesa.ac.id, rifqifirmansyah@unesa.ac.id

Abstrak

Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah berdampak besar di berbagai bidang, salah satunya adalah layanan perpustakaan. Layanan di perpustakaan meliputi pelayanan administratif dan pelayanan pemustaka, khususnya adalah layanan sirkulasi yang mencakup aktivitas peminjaman, pengembalian, serta pengelolaan koleksi perpustakaan. Namun, banyak perpustakaan yang masih menggunakan metode tradisional dengan pencatatan manual yang meningkatkan risiko penyalahgunaan, seperti pencurian dan peminjaman tanpa izin. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi keterlambatan pengembalian buku, meningkatkan keamanan dalam proses sirkulasi, serta mempermudah layanan dengan menyimpan data secara aman di jaringan lokal. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32, RFID stiker label, RFID card, dan RFID reader. Selain itu, pengiriman kode OTP melalui bot Telegram untuk autentikasi dan pengingat otomatis, memastikan proses yang lebih aman dan efisien. Pengujian sistem menunjukkan bahwa pemindaian RFID card memiliki rata-rata waktu pembacaan sebesar 1.58 detik dan pemindaian RFID stiker label memiliki rata-rata waktu pembacaan sebesar 1.90 detik. Selain itu, pengiriman kode OTP dan notifikasi melalui Telegram memerlukan rata-rata waktu pengiriman sebesar 3.48 detik. Hasil pengujian fungsional, sistem memiliki tingkat validitas sebesar 100% yang membuktikan bahwa sistem efektif dan mendukung layanan sirkulasi di perpustakaan dengan baik.

Kata Kunci: IoT, RFID card, RFID stiker label, OTP, Telegram

Abstract

Advances in Internet of Things (IoT) technology have had a major impact in various fields, one of which is library services. Services in the library include administrative services and user services, especially circulation services that include borrowing, returning, and managing library collections. However, many libraries still use traditional methods with manual record-keeping that increases the risk of abuse, such as theft and unauthorized lending. This research aims to reduce delays in returning books, improve security in the circulation process, and simplify services by storing data securely on the local network. The system was developed using an ESP32 NodeMCU microcontroller, RFID sticker label, RFID card, and RFID reader. In addition, the sending of OTP codes through Telegram bots for authentication and automatic reminders, ensures a more secure and efficient process. System testing shows that RFID card scans have an average read time of 1.58 seconds and RFID sticker label scans have an average read time of 1.90 seconds. In addition, sending OTP codes and notifications via Telegram requires an average delivery time of 3.48 seconds. The results of the functional test, the system has a validity level of 100% which proves that the system is effective and supports circulation services in the library well.

Keywords: IoT, RFID card, RFID sticker label, OTP, Telegram

PENDAHULUAN

Pelayanan di perpustakaan terdiri dari dua tipe yakni pelayanan di bidang administratif dan pelayanan pemustaka, termasuk pelayanan sirkulasi (Ismail dan Dewiani, 2017). Layanan sirkulasi melibatkan peminjaman, pengembalian, dan pengelolaan administrasi bahan pustaka (Sutarno, 2006). Pada beberapa perpustakaan masih digunakan sistem sirkulasi konvensional, seperti pencatatan peminjaman dan pengembalian secara manual menggunakan kertas perpustakaan atau ms.excel (Rahardja dkk., 2015; Ismail dkk., 2021). Berdasarkan Obiagwu (1992), jenis-jenis penyalahgunaan koleksi perpustakaan dapat

dikelompokkan menjadi empat, yaitu pengambilan tanpa izin atau *theft*, perusakan fisik atau *mutilation*, peminjaman tanpa izin atau *unauthorized borrowing*, serta tindakan perusakan properti atau *vandalism*. Tindakan pengambilan tanpa izin yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan kartu perpustakaan hasil curian atau kartu milik orang lain. Peminjaman tanpa izin yaitu perilaku pemustaka yang mengabaikan peraturan peminjaman seperti melebihi batas waktu pengembalian atau melampaui jumlah maksimal koleksi yang dipinjam, serta membawa pulang materi perpustakaan tanpa memberitahu petugas perpustakaan.

Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah pada teknologi identifikasi objek. *RFID (Radio Frequency Identification)* adalah salah satu teknologi yang memanfaatkan metode pengenalan objek menggunakan *tag* yang berfungsi menyimpan serta mengakses data dari jarak jauh (Fajri, 2015). *Radio Frequency Identification* memanfaatkan sinyal radio pada rentang frekuensi tertentu digunakan untuk mengidentifikasi atau melacak *tag* yang terdapat pada suatu barang tanpa perlu melakukan kontak langsung (Annaraman dkk., 2015). Pada penerapannya, di setiap eksemplar koleksi dipasang *RFID* stiker label dengan frekuensi 13.56 MHz HF (*High Frequency*). Pengunjung perpustakaan melakukan peminjaman dan pengembalian buku menggunakan *RFID card*. Loket pelayanan perpustakaan dilengkapi dengan *RFID reader* yang terhubung dengan PC (*Personal Computer*) perpustakaan dengan menampilkan data melalui *website* dan notifikasi bot telegram. Pada saat proses peminjaman buku, pengunjung perpustakaan akan mendapatkan notifikasi berupa kode OTP (*One Time Password*) melalui bot telegram. Pengiriman kode OTP melalui telegram merupakan salah satu bentuk autentikasi akses atau verifikasi identitas penggunaan *RFID card* sehingga terhindar dari pencurian kartu (Sahoo dan Sharma, 2015). Selain itu, pengguna akan menerima notifikasi sebagai *reminder* berupa tanggal peminjaman serta tanggal pengembalian buku. Sistem ini dirancang menggunakan MySQL (*My Structured Query Language*) sebagai basis data serta PHP (*Hypertext Preprocessor*) sebagai bahasa pemrograman. Sistem tersebut dalam penggunaanya berbasis web menggunakan jaringan LAN (*Local Area Network*) yang bisa dijalankan pada komputer. Sehingga semua informasi atau data yang tercatat akan tersimpan aman pada jaringan lokal atau komputer lokal. Berdasarkan pada penjelasan latar belakang pada permasalahan tersebut, maka peneliti mengusulkan Rancang Bangun Sistem Layanan Sirkulasi Ruang Baca Menggunakan Teknologi *RFID* Berbasis IoT (*Internet of Things*).

Penelitian sebelumnya dari Arifin dkk (2020), berjudul Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan *Radio Frequency Identification* Berbasis *Internet of Thing*. Hasil penelitiannya adalah sistem pencatatan peminjaman buku dengan *RFID* berbasis web. Perbandingan dengan penelitian ini menggunakan raspberry pi dan *RFID card* sebagai identitas siswa dan buku. Sistem tidak memakai *RFID* stiker label dan keamanan verifikasi identitas berupa kode OTP.

Penelitian sebelumnya dari Mawardi dkk (2022), berjudul Sistem Peminjaman Buku di Perpustakaan Teknik Elektro Berbasis Arduino Uno Terintegrasi ke *Database*. Hasil penelitiannya adalah sistem peminjaman dan pengembalian buku menggunakan e-KTP (*electronic*

Kartu Tanda Penduduk) dan *barcode* berbasis web. Perbandingan dengan penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 (*Espressif Systems Wi-Fi microchip*) dan *RFID card* sebagai kartu anggota. Sistem tidak memakai *RFID* stiker label dan keamanan verifikasi identitas berupa kode OTP.

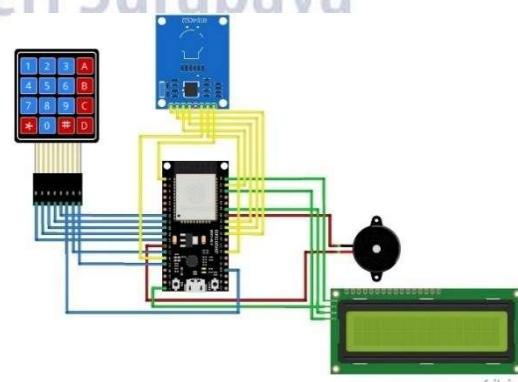
Penelitian sebelumnya dari Rizaldy dkk (2023), berjudul Inventarisasi Peminjaman Buku Secara Otomatis Pada Perpustakaan Menggunakan *RFID* Berbasis IoT via Telegram. Hasil penelitiannya adalah sistem peminjaman buku menggunakan *RFID* dengan informasi peminjaman melalui bot telegram. Perbandingan dengan penelitian ini menggunakan Arduino uno, ESP8266 dan *RFID card* sebagai identitas buku. Sistem tidak memakai *RFID* stiker label, tidak ada keamanan verifikasi identitas berupa kode OTP, dan tidak berbasis web.

Penelitian sebelumnya dari Sodikin dkk (2023), berjudul Penerapan *Internet of Things* Untuk Keanggotaan Perpustakaan Universitas Wiralodra Berbasis *RFID*. Hasil penelitiannya adalah sistem pengelolaan data keanggotaan dan aktivitas peminjaman buku menggunakan *RFID* berbasis web. Perbandingan dengan penelitian ini menggunakan *RFID card* sebagai kartu anggota. Sistem tidak memakai *RFID* stiker label dan keamanan verifikasi identitas berupa kode OTP.

Penelitian sebelumnya dari Hasibuan dan Yusfi (2024), berjudul Perancangan Sistem Sirkulasi Bahan Pustaka Secara Otomatis Menggunakan Sensor *RFID* dan Motor Servo. Hasil penelitiannya adalah sistem otomatisasi sirkulasi bahan pustaka di perpustakaan berbasis web. Perbandingan dengan penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP32 (*Espressif Systems 32*), motor servo sebagai pengaman rak buku, *RFID card* sebagai kartu anggota perpustakaan. Sistem tidak memakai *RFID* stiker label dan keamanan verifikasi identitas berupa kode OTP.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.



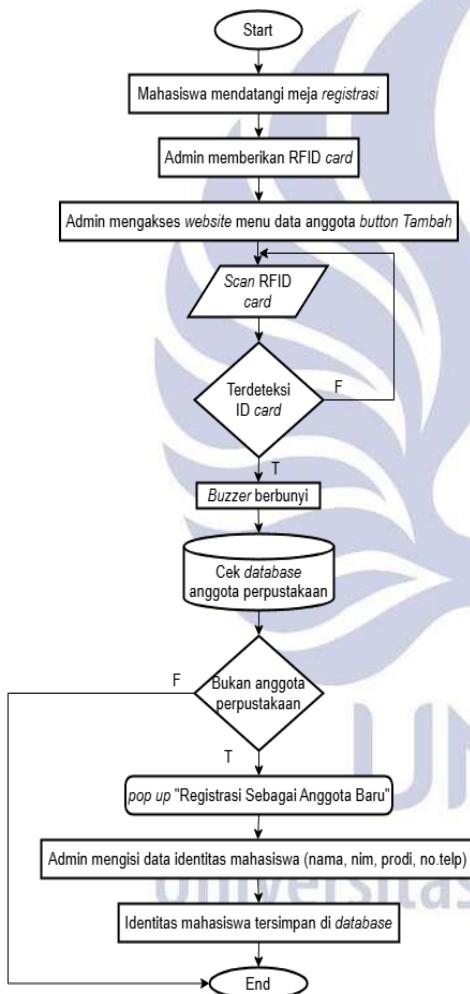
Gambar 1. Desain perancangan teknis

Perancangan Perangkat Keras

Desain perancangan teknis merupakan gambaran perancangan perangkat keras dengan pengkabelan atau *wiring* pada setiap komponen berupa jalur-jalur aliran listrik dalam satu rangkaian sistem yang saling terhubung sehingga membentuk suatu sistem yang telah ditetapkan. Desain perancangan teknis berupa *wiring* diagram ditunjukkan pada Gambar 1.

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini terdiri dari diagram alir sistem atau *flowchart* registrasi RFID *card*, *flowchart* tambah buku, *flowchart* peminjaman baru dan *flowchart* perpanjangan buku.

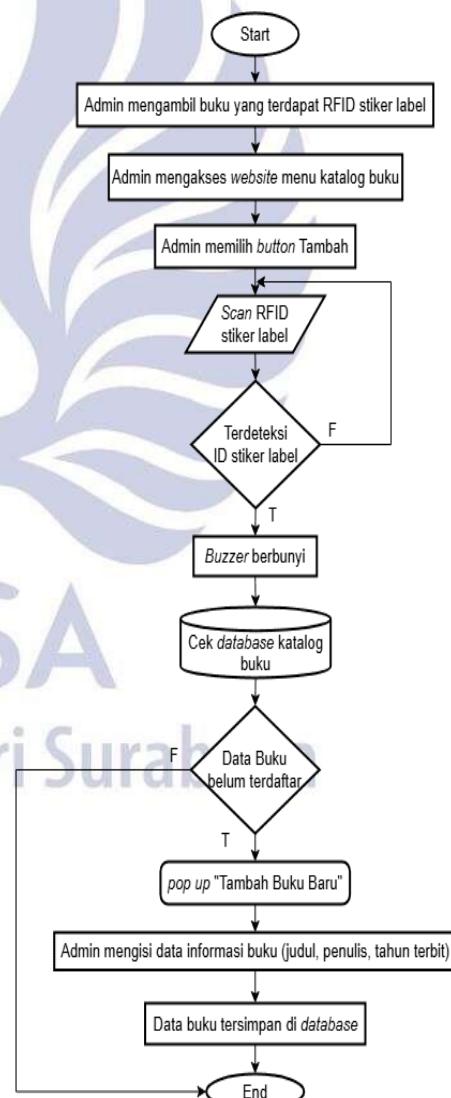


Gambar 2. *Flowchart* registrasi RFID *card*

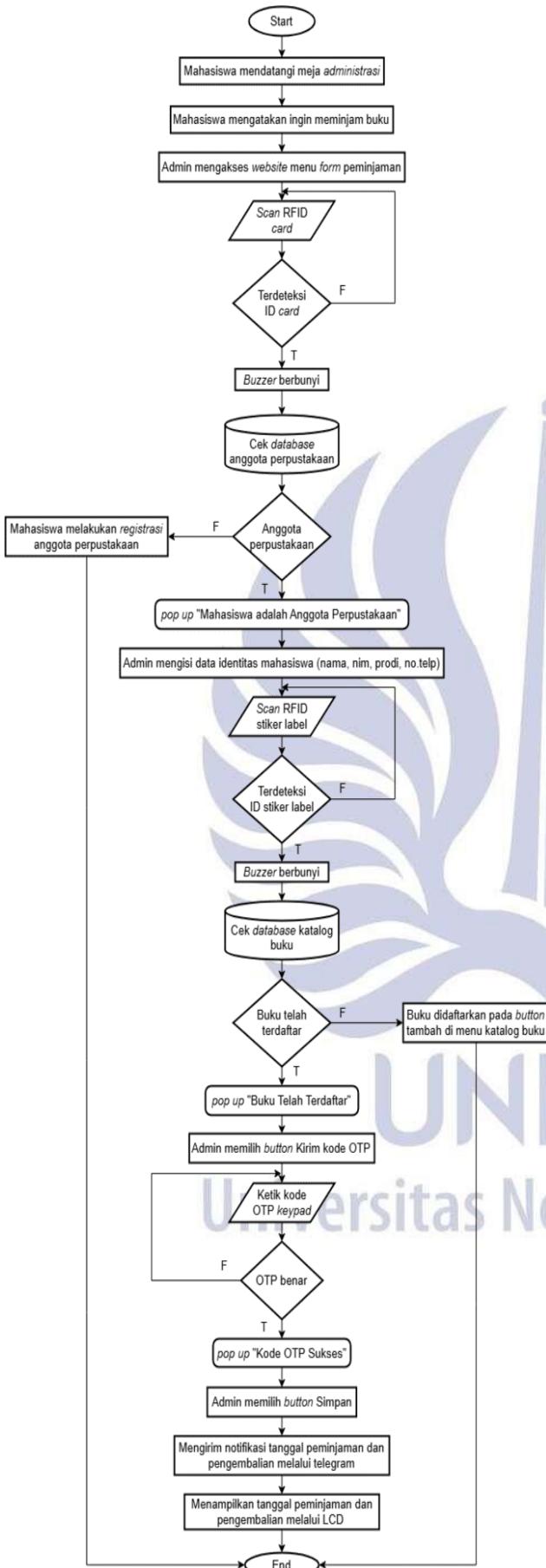
Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa registrasi RFID *card* dilakukan dengan pemindaian RFID *card* lalu mengisi identitas diri *user* oleh pengelola perpustakaan meliputi nama, nim, program studi, dan nomor telepon. Ketika registrasi berhasil, maka *user* tercatat sebagai anggota perpustakaan. Hal ini memudahkan *user* ketika akan meminjam buku di perpustakaan.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa tambah buku dilakukan dengan pemindaian RFID stiker label oleh *user* atau pengelola perpustakaan dengan mengisi identitas buku meliputi judul buku, penulis, dan tahun terbit. Identitas buku yang telah tersimpan di katalog buku memudahkan *user* selama proses peminjaman.

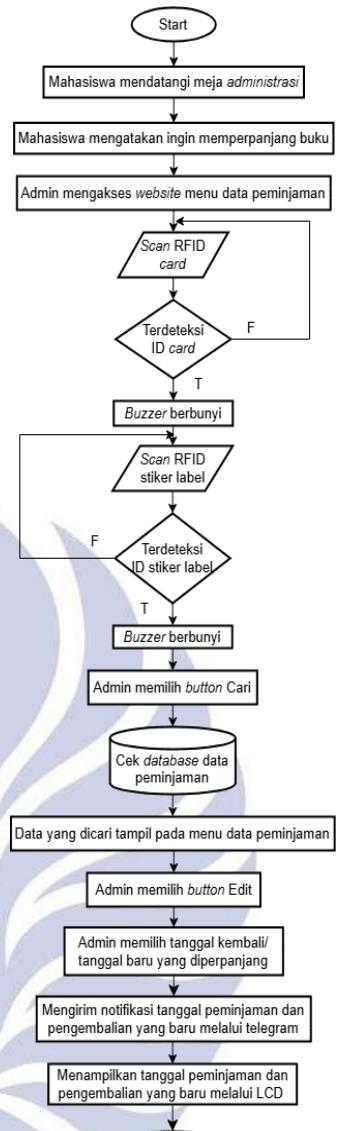
Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa *user* melakukan peminjaman buku di formulir peminjaman buku dengan cara pemindaian RFID *card* dan RFID stiker label pada buku yang akan dipinjam. *User* perlu memiliki akun telegram dengan nomor telepon yang tersimpan saat *registrasi* anggota. Selama proses peminjaman buku, *user* akan menerima kode OTP melalui telegram sebagai verifikasi identitas. *User* akan memasukkan kode OTP melalui *keypad*, apabila kode OTP terverifikasi, maka peminjaman buku sukses dan tersimpan di data peminjaman buku.



Gambar 3. *Flowchart* tambah buku



Gambar 4. Flowchart peminjaman baru



Gambar 5. Flowchart perpanjangan buku

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa *user* dapat melakukan perpanjangan buku melalui menu data peminjaman buku. Proses perpanjangan buku diawali dengan pemindaian kartu anggota lalu buku yang dipinjam. Perpanjangan buku dilakukan oleh pengelola perpustakaan melalui *button* edit. *User* yang melakukan perpanjangan buku mendapatkan kode OTP melalui telegram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Perangkat Keras

Setiap komponen dilakukan perakitan dalam *box* panel sehingga sistem terkonfigurasi sesuai pin yang digunakan dan berfungsi dengan baik. Implementasi sistem ini dilakukan dengan mengambil beberapa sampel buku dari ruang baca fakultas teknik sebagai data identitas buku. Hasil perancangan perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Implementasi perangkat keras

Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak pada sistem ini merupakan hasil realisasi tampilan *website*. Registrasi anggota berfungsi untuk menyimpan data mahasiswa yang belum terdaftar sebagai anggota perpustakaan, tambah buku digunakan untuk menyimpan informasi buku pada menu katalog buku, dan formulir peminjaman sebagai pengajuan permintaan meminjam buku. Tampilan menu registrasi anggota, menu tambah buku, dan menu formulir peminjaman buku ditunjukkan pada Gambar 7, Gambar 8, serta Gambar 9.

Gambar 7. Tampilan menu registrasi anggota

Gambar 8. Tampilan menu tambah buku

Gambar 9. Tampilan menu formulir peminjaman buku

Pengujian RFID

Pengujian RFID bertujuan untuk mengetahui keakuratan RFID *reader* dalam membaca id serta durasi saat pembacaan.

Tabel 1. Pengujian RFID card

Pengujian ke-	RFID Card	Status	Waktu Pembacaan (detik)
1	Card 1	Terbaca	1.42
2	Card 2	Terbaca	1.80
3	Card 3	Terbaca	2.89
4	Card 4	Terbaca	2.12
5	Card 5	Terbaca	1.07
.....
.....
.....
30	Card 5	Terbaca	1.21
Rata-rata			1.58

Tabel 2. Pengujian RFID stiker label

Pengujian ke-	RFID Stiker Label	Status	Waktu Pembacaan (detik)
1	Label 1	Terbaca	0.70
2	Label 2	Terbaca	1.10
3	Label 3	Terbaca	1.23
4	Label 4	Terbaca	2.86
5	Label 5	Terrace	2.20
.....
.....
.....
30	Label 5	Terbaca	2.07
Rata-rata			1.90

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa table hanya menampilkan 5 data pertama dan 1 data terakhir dari pengujian RFID card dan RFID stiker label

yang dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dan didapatkan hasil pembacaan tercepat *RFID card* yaitu 0.73 detik dan *RFID stiker label* yaitu 0.70 detik. Berdasarkan data hasil pengujian didapatkan pula nilai rata-rata waktu pembacaan *RFID card* yaitu 1.58 detik dan *RFID stiker label* sebesar 1.90 detik.

Pengujian Aplikasi Telegram

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui durasi waktu yang diperlukan saat pengiriman kode OTP melalui telegram pada proses peminjaman buku.

Tabel 3. Pengujian aplikasi telegram

Pengujian ke-	Kode OTP dan notifikasi peminjaman	Status	Waktu Pengiriman (detik)			
1	613718, ada notifikasi	Terkirim	2.38			
2	658110, ada notifikasi	Terkirim	7.34			
3	892875, ada notifikasi	Terkirim	4.07			
4	073631, ada notifikasi	Terkirim	4.20			
5	097926, ada notifikasi	Terkirim	5.89			
.....			
.....			
30	185954, ada notifikasi	Terkirim	1.20			
Rata-rata			3.48			

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa tabel hanya menampilkan 5 data pertama dan 1 data terakhir dari pengujian aplikasi telegram yang dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dan didapatkan nilai rata-rata waktu pengiriman kode OTP dan notifikasi peminjaman buku melalui telegram sebesar 3.48 detik dengan waktu pengiriman tercepat yaitu 0.95 detik.

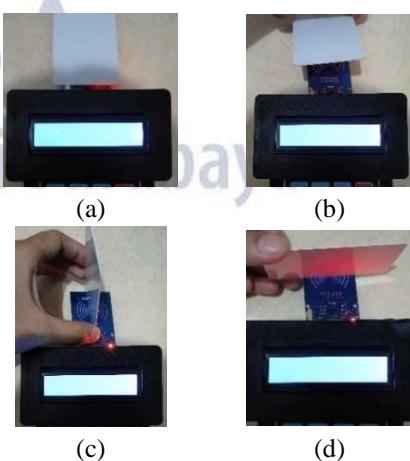
Pengujian Kinerja Sistem

Pengujian kinerja sistem meliputi beberapa aspek seperti kecepatan pembacaan, akurasi data, dan jangkauan pembacaan.

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa *RFID card* dengan jangkauan pembacaan 0 cm pada kondisi sejajar dengan *RFID reader* memiliki pembacaan id paling singkat yaitu 1.32 detik. Sedangkan *RFID card* pada kondisi tegak lurus vertikal dan tegak lurus horizontal tidak dapat terbaca pada jangkauan 0-4 cm. Pengujian *RFID card* dengan orientasi *tag* ditunjukkan pada Gambar 10.

Tabel 4. Pengujian *RFID card* dengan orientasi *tag*

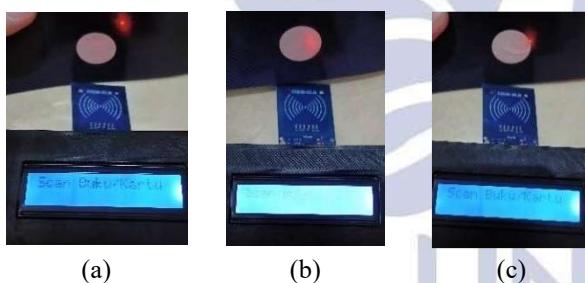
Jangkauan pembacaan (cm)	Orientasi terhadap reader	Status	Waktu Pembacaan (detik)	Buzzer
0	Sejajar	Terbaca	1.32	On
0	Miring	Terbaca	1.39	On
0	Tegak lurus vertikal	Tidak terbaca	-	Off
0	Tegak lurus horizontal	Tidak terbaca	-	Off
1	Sejajar	Terbaca	3.51	On
1	Miring	Terbaca	3.15	On
1	Tegak lurus vertikal	Tidak terbaca	-	Off
1	Tegak lurus horizontal	Tidak terbaca	-	Off
2	Sejajar	Terbaca	4.44	On
2	Miring	Terbaca	7.40	On
2	Tegak lurus vertikal	Tidak terbaca	-	Off
2	Tegak lurus horizontal	Tidak terbaca	-	Off
3-4	Sejajar	Tidak terbaca	-	Off
3-4	Miring	Tidak terbaca	-	Off
3-4	Tegak lurus vertikal	Tidak terbaca	-	Off
3-4	Tegak lurus horizontal	Tidak terbaca	-	Off



Gambar 10. Pengujian *RFID card* dengan orientasi *tag*, (a) sejajar, (b) miring, (c) tegak lurus vertikal, (d) tegak lurus horizontal

Tabel 5. Pengujian RFID stiker label kondisi tertentu

Jangka uan pembacaan caan (cm)	RFID stiker (diluar buku)	Status	Waktu Pembacaan (detik)	Buzzer (detik)
0	Kering	Terbaca	1.57	On
0	Basah	Tidak terbaca	-	Off
0	Sobek	Tidak terbaca	-	Off
1	Kering	Terbaca	1.92	On
1	Basah	Tidak terbaca	-	Off
1	Sobek	Tidak terbaca	-	Off
2	Kering	Terbaca	11.74	On
2	Basah	Tidak terbaca	-	Off
2	Sobek	Tidak terbaca	-	Off
3-4	Kering	Tidak terbaca	-	Off
3-4	Basah	Tidak terbaca	-	Off
3-4	Sobek	Tidak terbaca	-	Off



Gambar 11. Pengujian RFID stiker label kondisi tertentu, (a) kering, (b) basah, (c) sobek

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa RFID stiker label dengan jangkauan pembacaan 0 cm pada kondisi kering berada diluar buku memiliki pembacaan id paling singkat yaitu 1.57 detik. RFID stiker label yang berada diluar buku dapat terbaca lebih cepat dari RFID stiker label di dalam buku. Sedangkan RFID stiker label pada kondisi basah dan sobek tidak dapat terbaca pada jangkauan 0-4 cm. Pengujian RFID stiker label kondisi tertentu ditunjukkan pada Gambar 11.

Tabel 6. Hasil pengujian fungsional sistem

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	kesimpulan
1	Mengosongkan semua isian data	Sistem menolak akses login dan menampilkan pesan <i>username</i> dan <i>password</i> harus diisi	Sistem menolak akses login dan menampilkan pesan <i>this field is required</i>	Sesuai
2	Mengisi <i>username</i> dengan benar, mengosongkan isian <i>password</i>	Sistem menolak akses login dan menampilkan pesan <i>password</i> harus diisi	Sistem menolak akses login dan menampilkan pesan <i>password</i> salah	Sesuai
3	Mengisi isian data dengan salah satu yang salah	Sistem menampilkan pemberitahuan bahwa <i>username</i> atau <i>password</i> salah	Sistem menolak akses login dan menampilkan pesan <i>username</i> tidak ditemukan	Sesuai
4	Mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> dengan benar	Sistem mengarah ke <i>dashboard</i> dan menampilkan pesan selamat datang, Anda berhasil <i>login!</i>	Sistem mengarah ke <i>dashboard website</i> dan menampilkan pesan selamat datang, Anda berhasil <i>login!</i>	Sesuai
5	Scanning RFID card	RFID card terdaftar sebagai anggota perpustakaan dan data tampil pada tabel data anggota atau card belum terdaftar sebagai anggota perpustakaan dan muncul button tambah data	Data tampil pada tabel data anggota atau muncul button tambah data	Sesuai
26	Menghapus data admin pada tabel admin dengan button hapus	Sistem menampilkan pesan apakah Anda yakin ingin menghapus anggota ini?, data berhasil dihapus! dan data anggota pada tabel data anggota telah terhapus	Sistem menampilkan pesan apakah Anda yakin ingin menghapus anggota ini?, data berhasil dihapus! dan data anggota pada tabel data anggota telah terhapus	Sesuai

Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional sistem pada penelitian ini menggunakan metode *black box testing*. Metode *black box testing* merupakan pengujian fungsional yang dilakukan dengan cara memberikan *input* tertentu serta menilai hasil *output* dari sistem tersebut (Ichsanudin dkk., 2022). Pada pengujian fungsional sistem digunakan rumus berikut untuk mengetahui kelayakan fungsional suatu sistem (Muslimin dkk., 2020).

$$\text{Validitas sistem} = \frac{(JSK - JTSH)}{TSP} \times 100\% \quad (1)$$

dengan

JSK = jumlah skenstop pengujian

JTSH = jumlah tidak sesuai harapan

TSP = total skenario pengujian

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa tabel hanya menampilkan 5 data pertama dan 1 data terakhir dari hasil pengujian fungsional sistem yang memiliki 26 skenario meliputi pengujian halaman *login*, halaman data anggota, halaman katalog buku, halaman data peminjaman, serta halaman admin. Pengujian fungsional sistem menunjukkan hasil pengujian yang memuaskan dengan validitas sistem sebesar 100% dengan uraian perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Validitas sistem} = \frac{(JSK - JTSH)}{TSP} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Validitas sistem} = \frac{(26 - 0)}{26} \times 100\%$$

$$\text{Validitas sistem} = 100\%$$

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan bahwa *user* diberikan kartu RFID sebagai kartu anggota dan diminta untuk melakukan registrasi pada menu Data Anggota. Kartu anggota berfungsi untuk memudahkan *user* dalam melakukan peminjaman buku. Id anggota dan id buku akan otomatis tampil pada formulir peminjaman buku saat proses pemindaian kartu. Setelah itu, sistem akan mengirimkan kode OTP (*One Time Password*) melalui aplikasi Telegram kepada *user*. *User* kemudian memasukkan kode OTP yang diterima dengan benar melalui *keypad*, sehingga proses peminjaman buku dapat terverifikasi dan data peminjaman akan disimpan pada menu Data Peminjaman Buku. Saat *user* akan mengembalikan buku, *user* cukup melakukan pemindaian kembali pada kartu anggota dan buku yang akan dikembalikan. Setelah data buku tampil pada tabel Data Peminjaman, admin akan melakukan pengeditan tanggal kembali dan status buku.

Sistem layanan sirkulasi ruang baca berbasis IoT mempunyai kinerja sistem yang cukup baik dan

memuaskan. Id anggota dan id buku dapat teridentifikasi oleh sistem pada saat pembacaan. Peminjaman buku tidak dapat tersimpan apabila kode OTP tidak terverifikasi selama batas waktu 2 menit. Perangkat LCD dapat menampilkan id serta OTP, dan *buzzer* dapat berbunyi saat proses pemindaian RFID. Hasil pengujian pemindaian RFID *card* memiliki nilai rata-rata pembacaan 1.58 detik, pemindaian RFID stiker label memiliki nilai rata-rata pembacaan 1.90 detik, serta pengiriman kode OTP dan notifikasi peminjaman melalui telegram memiliki nilai rata-rata pengiriman 3.48 detik. Sedangkan, hasil pengujian fungsional sistem diperoleh validitas sistem sebesar 100%.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian ini adalah pengembangan sistem dapat difokuskan pada komponen RFID *reader* dan RFID stiker label. Pengembangan ini bertujuan untuk meningkatkan jangkauan pembacaan yang lebih jauh dan memastikan komponen tersebut tahan terhadap air atau *waterproof*. Dengan adanya peningkatan tersebut, diharapkan sistem dapat beroperasi dengan lebih optimal. Penggunaan teknologi ini juga akan mempermudah proses identifikasi dan pemantauan bahan pustaka di perpustakaan. Pengembangan komponen ini akan memberikan manfaat besar dalam mempercepat proses peminjaman, perpanjangan, dan pengembalian buku.

Selain itu, sistem *website* dapat dikembangkan untuk memberikan kemudahan akses secara mandiri bagi *user* atau *self service*. Fitur ini memungkinkan *user* untuk mengelola peminjaman buku secara langsung tanpa perlu bantuan admin perpustakaan. Tampilan jumlah stok buku yang masih tersedia dapat pula ditambahkan setelah proses peminjaman dilakukan untuk kenyamanan *user* saat mengakses *website*. Sehingga *user* dapat mengetahui ketersediaan buku dengan lebih cepat dan efisien. Secara keseluruhan, pengembangan sistem ini akan meningkatkan efisiensi pengelolaan perpustakaan dan mempermudah interaksi antara admin perpustakaan dan *user*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Prof. Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang berharga selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Annaraman, Thamarai P., dan Kumar, K. 2015. *Smart Library Management System Using RFID*. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering 4(4): 1916-1925.

- Arifin, Z., Rahmawati, D., dan Sukri, H. 2022. *Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Radio Frequency Identification Berbasis Internet of Thing*. SinarFe7 3(1).
- Fajri, A. S. 2015. *Sistem Informasi Perparkiran Kendaraan Bermotor Roda Dua di Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember Menggunakan Teknologi RFID (Radio Frequency Identification)*. Jember: Library University of Jember.
- Hasibuan, P. B., dan Yusfi, M. 2024. *Perancangan Sirkulasi Bahan Pustaka Secara Otomatis Menggunakan Sensor RFID dan Motor Servo*. Jurnal Fisika Unand 13(2): 183-189.
- Ichsanudin, M. N., Yusuf, M., dan Suraya, S. 2022. *Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula*. Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer 1(2): 1-8.
- Ismail, M., Zainal, M., dan Lahan, S. M. 2021. *Aplikasi Peminjaman Buku Pada Perpustakaan Menggunakan Kartu Tanda Siswa (KTS)*. Jurnal Sintaks Logika 1(3): 178-183.
- Ismail, W., dan Dewiani. 2017. *Teknologi RFID untuk Layanan Sirkulasi Perpustakaan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia Timus*. Jurnal IT 8(1): 16–25.
- Mawardi, L., Pangestu, S. R., Rachmadi, A., dan Azizah, N. N. 2022. *Sistem Peminjaman Buku di Perpustakaan Teknik Elektro Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Ke Database*. In Seminar Nasional Teknik Elektro 7(1): 96-101.
- Muslimin, D. B., Kusmanto, D., Amilia, K. F., Ariffin, M. S., Mardiana, S., dan Yulianti, Y. 2020. *Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Informasi Akademik Menggunakan Teknik Equivalence Partitioning*. Jurnal Informatika Universitas Pamulang 5(1): 19-25.
- Obiagwu, M. C. 1992. *Library Abuse in Academic Institutions: A Comparative Study*. The International Information & Library Review 24(4): 291-305.
- Rahardja, U., Freccilia, Y., dan Komaeni, N. 2015. *Analisa Peminjaman Buku Perpustakaan Dengan Menggunakan Sistem RFID Pada Perguruan Tinggi Raharja*. Creative Communication and Innovative Technology Journal 9(1): 1–12.
- Rizaldy, M. F. R., Lapi, I. Z., Akbar, M. A., dan Widayaka, P. D. 2023. *Inventarisasi Peminjaman Buku Secara Otomatis Pada Perpustakaan Menggunakan RFID Berbasis IOT via Telegram*. JIPI (Jurnal Ilmu Perpustakaan dan Informasi) 8(1): 1-16.
- Sahoo, D. R., dan Sharma, D. 2015. *RFID Technology at Central Library ITT Madras*. International Journal of Scientific Engineering and Applied Science 1(5): 156-172.
- Sodikin, L., Pauzan, M., dan Yanti, I. 2023. *Penerapan Internet of Things Untuk Keanggotaan Perpustakaan Universitas Wiralodra Berbasis RFID*. In Seminar Teknologi Majalengka (STIMA) 7: 459-465.
- Sutarno. 2006. *Mengenal Perpustakaan 1st ed*. Jakarta: Jala Permata.