RANCANG BANGUN SISTEM PENGEMBALIAN MANDIRI BERBASIS RFID (STUDI KASUS PERPUSTAKAAN UNIKOM)

Dian Ramdhani Lubis[1)], Muhammad Aria[2)]

[1)]Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu komputer, Universitas Komputer Indonesia

[2)]Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu komputer, Universitas Komputer Indonesia

[1)]dian.ramdhani@gmail.com, [2)]ariar554@gmail.com

ABSTRAK

Perpustakaan adalah suatu tempat yang digunakan untuk menyimpan buku dan terbitan lainnya yang tersimpan menurut tata susunan tertentu. Pada umumnya, layanan yang diberikan perpustakaan adalah peminjaman dan pengembalian buku perpustakaan. Namun di Perpustakaan UNIKOM, pustakawan masih bertugas menunggu dan melayani proses tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka dirancang suatu sistem yang dapat digunakan pemustaka untuk melakukan pengembalian buku secara mandiri tanpa harus menemui pustakawan. Sistem ini bernama *Book Drop*. Pemustaka cukup memasukkan buku ke dalam *Book Drop*, maka pengembalian buku telah selesai. *Book Drop* dilengkapi dengan teknologi RFID, setiap buku harus dipasang *tag* RFID sebagai ID buku. Dan pada *Book Drop* dipasang RFID *reader* sebagai pembaca *tag* RFID tersebut. Adapun media komunikasi antara *Book Drop* dengan *server* menggunakan WiFi, dengan jarak komunikasi mencapai 15 meter. Dengan menggunakan *Book Drop*, proses pengembalian buku dapat dilakukan lebih cepat yaitu hanya memakan waktu 568 milidetik per satu buku. Adapun kapasitas buku yang dapat di tampung oleh *Book Drop* dapat mencapai 89 buku.

***Kata kunci**: Book Drop*, MIFARE, Pengembalian, Perpustakaan Modern, RFID, *Self Check-in*.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada umumnya, layanan yang diberikan perpustakaan adalah peminjaman dan pengembalian koleksi perpustakaan. Namun di Perpustakaan UNIKOM, pustakawan masih bertugas menunggu dan melayani proses tersebut. Berdasarkan hal tersebut kami merancang suatu sistem yang dapat melayani pemustaka dalam peminjaman dan pengembalian buku perpustakaan secara mandiri.

Dalam pengerjaannya, otoritas akan dibagi menjadi dua bagian dimana fokus yang dikerjakan penulis adalah bagian pengembalian (*Book Drop*), sedangkan bagian lainnya dikerjakan oleh penulis lain.

1.2. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini bermaksud untuk merancang dan membangun sistem pengembalian mandiri yang bernama *Book Drop*. Dan tujuan dari sistem *Book Drop* ini adalah sebagai berikut.

- Pemustaka dapat melakukan pengembalian secara mandiri.
- Pemustaka dapat melakukan pengembalian di luar area perpustakaan sehingga tidak tergantung kepada jam kerja perpustakaan.
- Walau pengembalian dilakukan secara mandiri, pemustaka tetap dapat terlayani seperti halnya pengembalian secara langsung dengan petugas perpustakaan (menginformasikan besar denda dan bukti pengembalian buku).

2. TEORI PENUNJANG

2.1. Sirkulasi Perpustakaan UNIKOM

Layanan sirkulasi perpustakaan adalah layanan peminjaman dan pengembalian bahan pustaka. Adapun prosedur untuk melakukan peminjaman buku yang dikhususkan bagi anggota perpustakaan adalah sebagai berikut:

- Sebelum meminjam, anggota perpustakaan mencari sendiri bahan pustaka yang diinginkan melalui katalog.

- Apabila menemui kesulitan, peminjam dapat menanyakan atau meminta bantuan langsung kepada petugas.
- Apabila bahan pustaka yang diinginkan sudah ditemukan, kemudian serahkan bahan pustaka dengan memperlihatkan kartu anggota yang masih berlaku kepada petugas bagian sirkulasi (peminjaman dan pengembalian) untuk diproses peminjamannya.
- Sebelum bahan pustaka tersebut diproses, petugas memeriksa keutuhan fisik bahan pustaka yang akan dipinjam. Tunggu sampai proses pencatatan selesai.
- Setelah proses pencatatan selesai, bahan pustaka yang dipinjam dan kartu anggota diserahkan kepada peminjam.

Sedangkan untuk proses pengembalian langkah-langkah yang harus ditempuh yaitu:

- Peminjam menyerahkan bahan pustaka yang dipinjam disertai kartu anggota kepada petugas bagian sirkulasi.
- Petugas memeriksa bahan pustaka yang dikembalikan, mengenai keutuhan fisik dan tanggal pengembalian bahan pustaka.
- Apabila tidak ada masalah, petugas mencoret tanggal kembali dan memberi paraf pada tanggal pengembalian.
- Kartu anggota diserahkan kepada anggota.

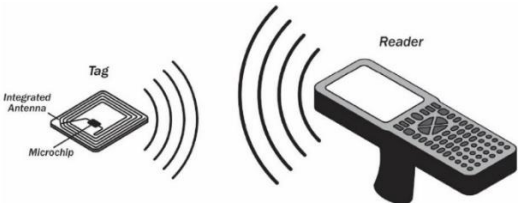
Perlu diketahui bahwa ketentuan peminjaman bahan pustaka untuk dibawa ke rumah diberikan kepada pemakai yang telah menjadi anggota Perpustakaan UNIKOM, sedangkan bagi pemakai yang belum menjadi anggota hanya dapat membaca bahan pustaka di ruang baca yang telah disediakan. [3]

2.2. *Radio Frequency Identification* (RFID)

Teknologi RFID merupakan bagian dari *Radio Frequency* (RF) yang digunakan sebagai media identifikasi secara nirkabel yang terdiri dari dua komponen yaitu:

a) *Tag* RFID (*transponder*) yang terdiri dari sebuah perangkat yang kecil yang tertanam dalam sebuah buku seperti label, *smartcard* dan lainya yang memiliki identifikasi yang unik dan memori yang dapat di tulis.

b) RFID *reader* merupakan sebuah perangkat yang dapat berkomunikasi tanpa kontak langsung dengan suatu tag untuk mengidentifikasikan apabila terhubung dalam suatu asosiasi data. [4]



Gambar 2.1 Tag RFID yang Terhubung dengan RFID Reader

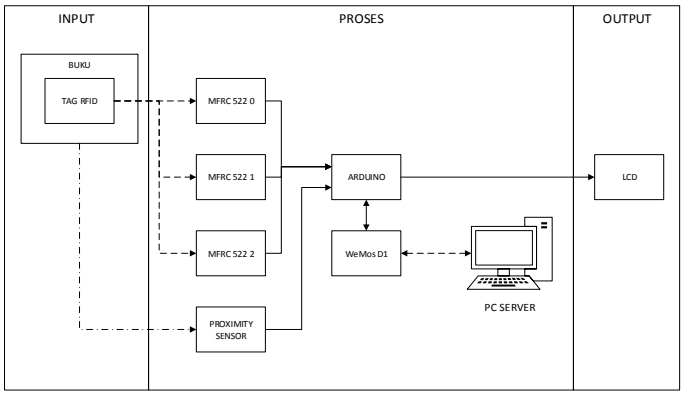
2.3. MIFARE

MIkron FARE Collection System (MIFARE) merupakan salah satu standar *contactless smart card* yang menerapkan ISO/IEC 14443 Tipe A dengan frekuensi 13.56 MHz. Pada dasarnya kartu MIFARE adalah sebuah *chip* memori yang dibagi menjadi *segment* dan *block* dengan mekanisme kemanan sederhana dalam pengaksesannya. Data yang tersimpan dalam memori berbentuk ASCII, dan juga dalam data yang tersimpan dapat dilakukan komputasi namun secara terbatas. Karena keterbatasan tersebut, sehingga produk ini memiliki harga yang cukup murah. Umumnya produk ini diterapkan sebagai dompet elektronik, *access control*, kartu ID suatu perusahaan, tiket transportasi dan stadion. [5]

2.3. TELNET

TErminaL NETwork (TELNET) adalah standar protokol TCP/IP untuk *virtual terminal service* yang telah distandarisasi oleh *International Organitation for Standards* (ISO). Fungsi TELNET adalah memungkinkan pembukaan koneksi dengan cara lokal terminal muncul menjadi terminal pada *remote system*. Atau secara garis besar, TELNET berfungsi sebagai program aplikasi *client*/*server*. [6]

3. PERANCANGAN SISTEM

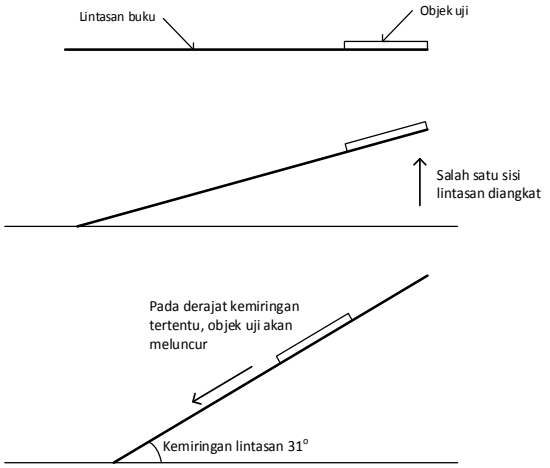


Gambar 3.1 Blok Diagram Book Drop

Gambar 3.1 merupakan blok diagram sistem keseluruhan pada *Book Drop*.

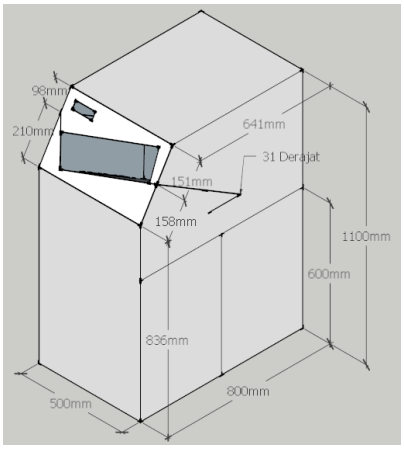
3.1. Perancangan Mekanik

Dalam perancangan mekanik penulis melakukan percobaan untuk mencari derajat kemiringan lintasan buku. Gambar 3.2 menunjukkan ilustrasi percobaan yang dilakukan untuk mencari derajat kemiringan lintasan buku dan didapatkan derajat kemiringan optimal adalah 31º.



Gambar 3.2 Ilustrasi Percobaan Mencari Derajat Kemiringan

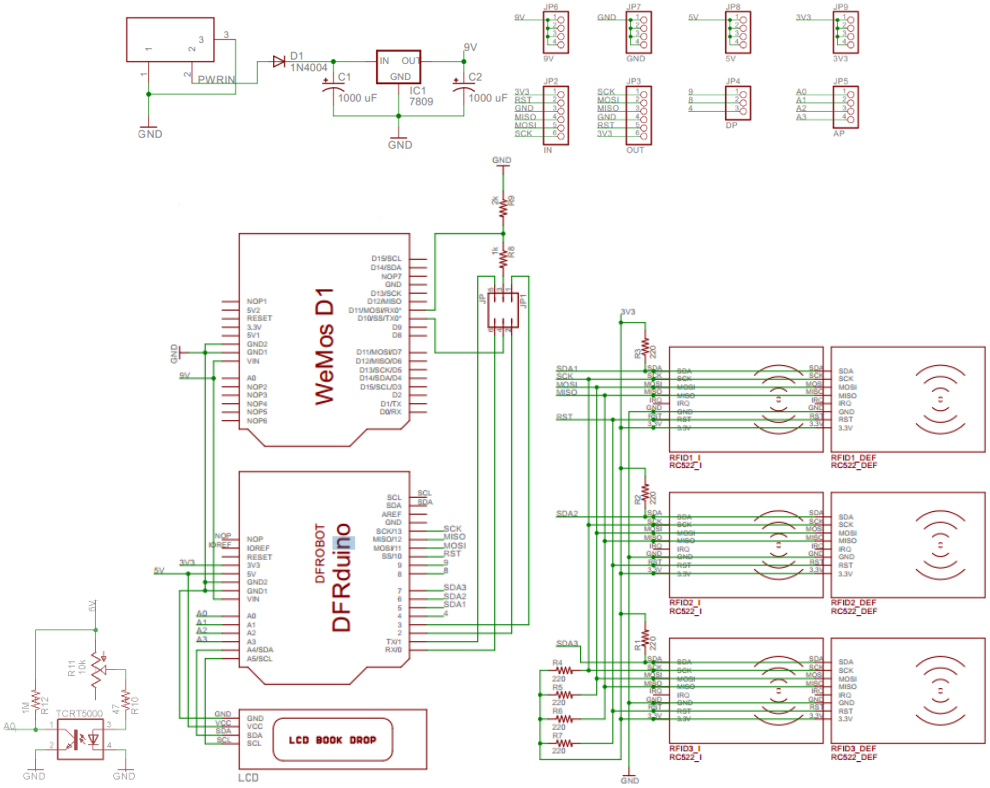
Kemudian setelah didapat derajat kemiringan dari lintasan buku, dirancanglah disain keseluruhan dari *Book Drop*. Gambar 3.3 menunjukkan disain keseluruhan *Book Drop*.



Gambar 3.3 Disain Book Drop

3.2. Perancangan Elektronik

Pada perancangan elektronik, komponen yang digunakan diantaranya Arduino UNO, MFRC522, WeMos D1, LCD, dan sensor *proximity*. Arduino UNO adalah modul mikrokontroler yang bertugas sebagai otak dari sistem keseluruhan. MFRC522 adalah RFID *reader* yang bertugas untuk membaca data ID pada *tag* RFID. LCD bertugas menampilkan informasi pengembalian buku. Sensor *proximity* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi objek dalam jarak tertentu. Tugas dari sensor *proximity* adalah untuk mendeteksi buku yang dimasukkan ke dalam *Book Drop*. Gambar 3.4 menunjukkan skema rangkaian elektronika yang digunakan pada *Book Drop*.



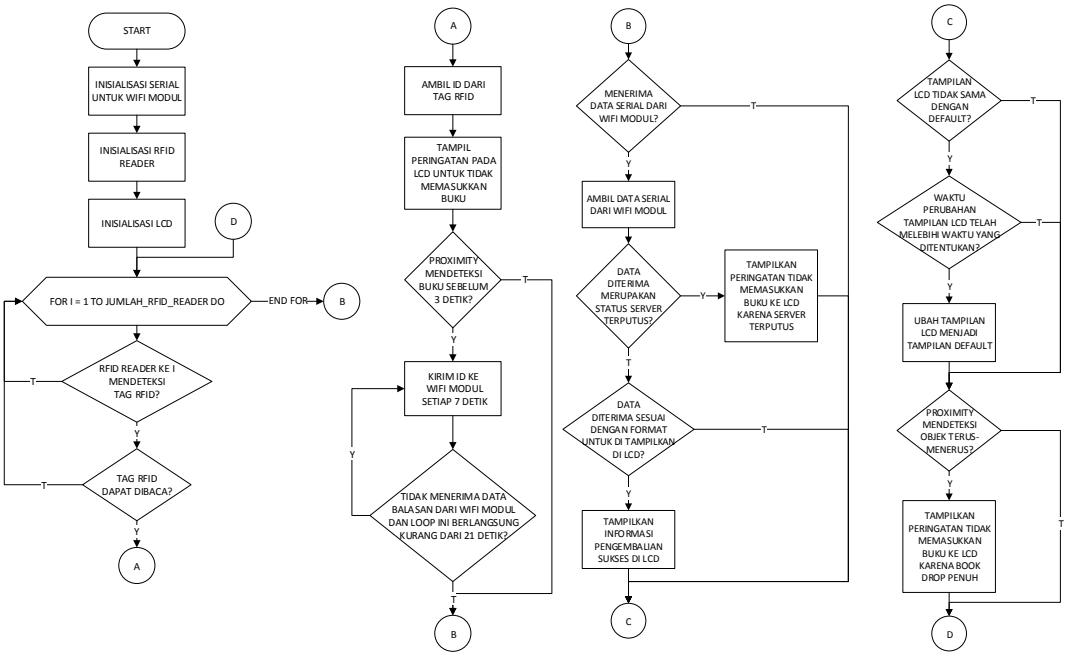
Gambar 3.4 Skema Rangkaian Elektronika Book Drop

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang akan dirancang diantaranya perangkat lunak Arduino UNO dan perangkat lunak WeMos D1.

3.3.1. Perancangan Perangkat Lunak Arduino UNO

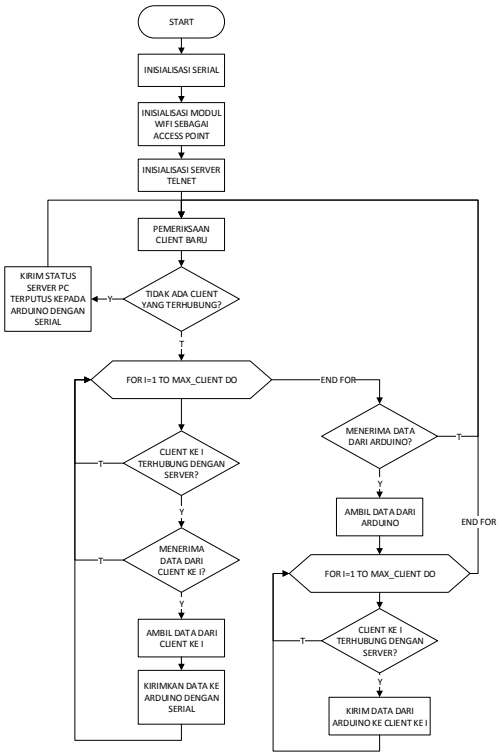
Gambar 3.5 menunjukkan diagram alir perangkat lunak Arduino UNO untuk proses *scanning* RFID *reader*, pengecekan buku oleh sensor *proximity*, dan mengatur LCD.



Gambar 3.5 Diagram Alir Perangkat Lunak Arduino UNO

3.3.2. Perancangan Perangkat Lunak Arduino WeMos D1

Gambar 3.6 menunjukkan diagram alir perangkat lunak WeMos D1 untuk menjadikan modul WiFi ini menjadi *server* TELNET dan mengelola *client* yang terhubung kepadanya.



Gambar 3.6 Diagram Alir Perangkat Lunak WeMos D1

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Pengujian

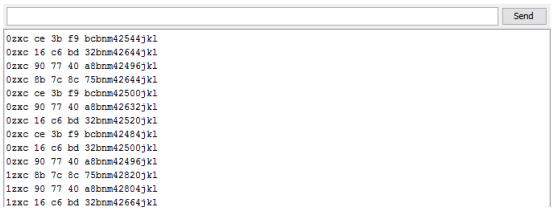
Adapun pengujian yang dilakukan diantaranya pengujian modular, pengujian mekanikal dan pengujian terintegrasi.

4.1.1. Pengujian Modular

Dalam pengujian ini penulis melakukan pengujian terhadap modul-modul elektronika yang digunakan pada *Book Drop* diantaranya RFID *reader*, WiFi modul, sensor *proximity*, dan LCD.

4.1.1.1. Pengujian RFID *Reader*

Dalam pengujian RFID *reader*, parameter yang diuji adalah data keluaran dari MFRC522 pada setiap proses *taping tag* RFID dan penghitungan waktu pembacaan dan jarak pembacaan RFID *reader*.



Gambar 4.1 Hasil Pengujian RFID reader dalam Serial Terminal Arduino

Tabel 4.1 Waktu Rata-rata RFID Reader

RFID READER	WAKTU RATA-RATA (us)
MFRC522 0	42546
MFRC522 1	42694,4
MFRC522 2	42710,4

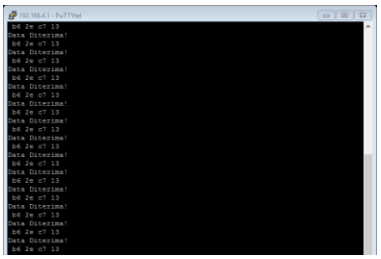
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jarak Pembacaan

RFID READER	JARAK PEMBACAAN (mm)
MFRC522 0	20
MFRC522 1	14
MFRC522 2	14
RATA-RATA JARAK MAKSIMAL PEMBACAAN (mm)	16

Dari hasil pengujian ini didapatkan waktu rata-rata pembacaan RFID *reader* adalah 42 us dengan jarak pembacaan maksimal 16 mm.

4.1.1.2. Pengujian WiFi Modul WeMos D1

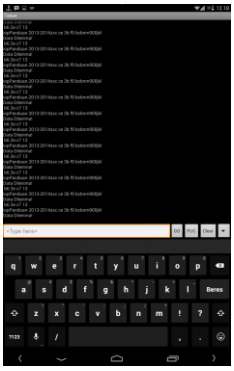
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui jarak maksimal dari WiFi modul. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi yaitu tanpa penghalang dan dengan penghalang dinding. Adapun pada pengujian ini menggunakan beberapa aplikasi yaitu PuTTYtel, WiFi Signal, dan Telnet.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.2 Aplikasi Penguji WiFi. (a) PuTTYtel; (b) WiFi Signal; (c) Telnet.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian WiFi

KONDISI	JARAK MAX. (m)	SINYAL (dBm)
Tanpa Terhalang	20 m	-83
Terhalang Dinding	15 m	-84

Dari hasil pengujian ini didapatkan jarak maksimal WiFi tanpa terhalang dan jika terhalang. Namun walaupun jarak yang maksimal pada dua kondisi tersebut berbeda, kondisi sinyal dari keduanya kurang lebih sama. Sehingga disimpulkan bahwa untuk mengetahui kualitas komunikasi apakah tetap baik atau tidak bisa dilihat dari kondisi sinyal WiFi, dan untuk *Book Drop* kondisi sinyal harus kurang dari -83 dBm.

4.1.1.3. Pengujian Sensor *Proximity*

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui jarak maksimal pembacaan sensor *proximity*. Karena sensor ini adalah sensor berjenis optik, maka pengujian dilakukan dengan mengukur jarak maksimal pada objek yang dengan warna latar hitam dan putih.

Tabel 4.4 Pengujian Jarak Maksimal Proximity

WARNA LATAR	JARAK RATA-RATA (cm)
Hitam	27,97
Putih	31,10

Dari hasil pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa objek dengan warna latar hitam akan memiliki jarak maksimal pembacaan lebih pendek dibanding dengan warna latar putih. Sehingga untuk melakukan

kalibrasi sensor *proximity*, objek yang digunakan harus memiliki warna latar hitam.

4.1.1.4. Pengujian LCD

Tujuan pengujian LCD ini untuk membuktikan bahwa data balikan yang dikirimkan dari *Server* dapat diterima oleh Arduino dan ditampilkan pada LCD. Adapun aplikasi yang digunakan pada pengujian ini adalah PuTTYtel sebagai simulasi *Server*.



Gambar 4.3 Tampilan-tampilan Pada LCD. (a) Default; (b) Peringatan Saat Memasukkan Buku dan Server Belum Memberi Respon; (c) Pemberitahuan Proses Pengembalian Buku Sukses; (d) Peringatan Saat Book Drop Penuh; (e) Peringatan Saat Server Terputus dengan Book Drop.

Dari pengujian ini didapat, LCD bekerja sebagaimana mestinya. Namun karena jumlah karakter yang dapat ditampilkan oleh LCD terbatas, menyebabkan judul buku yang ditampilkan hanya sebagian namun masih mewakili judul dari buku.

4.1.2. Pengujian Mekanikal

Pengujian mekanikal terdiri dari pengujian untuk mencari batas penempatan buku dan pengujian kapasitas maksimal buku yang dapat ditampung dalam *Book Drop*.

4.1.2.1. Pengujian Batas Toleransi Penempatan Buku

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan batas posisi toleransi penempatan buku pada lubang *Book Drop*. Adapun cara pengujiannya dengan memberikan rentang batas pengujian per 5 cm pada lubang *Book Drop*, kemudian pada setiap rentang tersebut dimasukkan lima buku *sample* secara bergantian sehingga didapatkan rentang maksimal dari masing-masing buku.

Tabel 4.5 Dimensi Setiap Buku

NO BUKU	DIMENSI			
	P (cm)	L (cm)	T (cm)	B (gr)
1	13	20,3	5,4	837
2	20,1	27,9	0,5	203
3	13,1	18,5	2	330
4	28	20,9	1,7	719
5	15,5	20,8	1,5	438

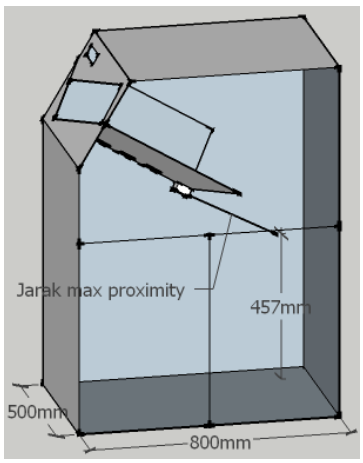
Tabel 4.6 Rentang Maksimal Hasil Pengujian Masing-masing Buku Sampel

NO BUKU	RENTANG MAKSIMAL (cm)
1	15
2	10
3	15
4	10
5	10

Dari pengujian ini didapat batas posisi toleransi penempatan buku pada lubang *Book Drop* adalah 0 cm sampai dengan 10 cm dari sudut kiri bawah buku. Batas diambil karena rata-rata persentase keberhasilan pengujian pada rentang tersebut adalah 100%. Yang artinya semua jenis buku yang dimasukkan dengan posisi awal berada di dalam rentang 0 cm sampai dengan 10 cm dari sudut kiri bawah lubang *Book Drop* pasti akan terbaca oleh RFID *reader* (pengembalian dipastikan berhasil).

4.1.2.2. Pengujian Kapasitas Maksimal Buku

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kapasitas maksimal buku yang dapat ditampung dalam *Book Drop*. Adapun cara pengujiannya dengan menghitung volume penampungan buku dalam *Book Drop* kemudian dibagi dengan volume buku sehingga didapat jumlah buku yang dapat tertampung. Karena posisi buku didalam *Book Drop* tidak teratur, maka jumlah buku yang dapat tertampung ±70% dari hasil pembagian tersebut.



Gambar 4.4 Dimensi Penampungan Buku Book Drop

Tabel 4.7 Volume Sampel Buku

NO BUKU	VOLUME (cm^3)
1	1425,06
2	280,395
3	484,7
4	994,84
5	483,6

Berdasarkan Gambar 4.4, didapatkan volume penampungan buku dalam *Book Drop* adalah 182.800 cm^3. Selanjutnya volume tersebut dibagi dengan volume sampel buku terbesar yang ditampilkan pada Tabel 4.7 yaitu buku 1 dengan volume 1425,06 cm^3, sehingga menghasilkan kapasitas maksimal tanpa toleransi adalah 128 buah buku. Karena kapasitas maksimal buku yang terisi adalah ±70% dari kapasitas maksimal tanpa toleransi, maka didapat kapasitas maksimal buku yang dapat ditampung oleh *Book Drop* adalah 89 buah buku.

4.1.3. Pengujian Terintegrasi

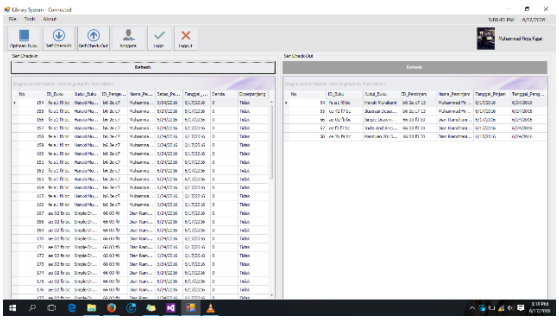
Pengujian Terintegrasi adalah pengujian dengan menggabungkan *Server* dengan *Book Drop*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat proses pada antara *Book Drop* dengan *Server* apakah dapat bekerja dengan semestinya. Dalam pengujian ini juga dilakukan pengukuran waktu proses keseluruhan, dimana waktu awal diambil saat LCD menampilkan peringatan untuk tidak memasukkan buku dan waktu akhir adalah saat LCD menampilkan status pengembalian buku berhasil.



Gambar 4.5 Tampilan LCD Pada Proses Pengembalian. (a) Peringatan Tidak Memasukkan Buku; (b) Pengembalian Buku 1 Berhasil; (c) Pengembalian Buku 2 Berhasil; (d) Pengembalian Buku 3 Berhasil; (e) Pengembalian Buku 4 Berhasil; (f) Pengembalian Buku 5 Berhasil.

Tabel 4.8 Waktu Rata-rata Pengembalian

NO BUKU	WAKTU RATA-RATA (ms)
1	645
2	475
3	649
4	510
5	559



Gambar 4.6 Tampilan Aplikasi Library System Pada PC Server

Dari tabel tersebut terlihat, dalam proses pengembalian kelima buah buku, waktu rata-ratanya adalah ±500 ms. Pada pengujian ini juga tidak terjadi kegagalan dalam pengembalian atau dapat dikatakan persentase keberhasilan pengujian ini adalah 100%. Gambar 4.6 menampilkan tampilan *user interface* dari aplikasi *Library System* pada *PC Server*, dimana tabel sebelah kiri merupakan data pengembalian buku yang telah tersimpan dalam *database PC Server*.

4.2. Analisis

Melihat hasil dari pengujian yang telah dilakukan, penulis melakukan analisis perbandingan *Book Drop* dengan sistem pengembalian yang diterapkan di Perpustakaan UNIKOM. Adapun hasil perbandingannya seperti tampak pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan Book Drop dengan Pengembalian Saat Ini

PROSES	*BOOK DROP*	SAAT INI
Pengembalian secara mandiri.	Ya.	Tidak, masih membutuhkan interaksi dengan pustakawan.
Pengembalian dapat dilakukan dilakukan di luar wilayah Perpustakaan.	Ya.	Tidak, karena tempat layanan peminjaman dan pengembalian berada di dalam perpustakaan.
Bukti pengembalian buku.	Ya, dengan SMS yang berasal dari *Server*.	Tidak.
Informasi buku berhasil dikembalikan.	Ya.	Ya.
Informasi denda.	Ya.	Ya.
Pembayaran denda.	Tidak, karena harus menemui pustakawan untuk membayar.	Ya.
Kecepatan transaksi.	568 milidetik.	±1 menit jika tanpa proses lain (denda, perpanjangan peminjaman, dan lain-lain) dan ±5 menit jika dengan proses lain.
Maksimal buku yang dikembalikan per hari	89 buku.	±50 buku

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Book Drop* dapat membantu dalam proses pengembalian buku di Perpustakaan UNIKOM.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan data yang telah didapatkan dari beberapa pengujian, dihasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Dengan adanya sistem *Book Drop*, pemustaka dapat melakukan pengembalian secara mandiri, yang mana prosesnya cukup memasukkan buku ke dalam sistem ini, selanjutnya data pengembalian akan langsung terkirim ke sistem server, dan dalam proses tersebut dapat dilakukan tanpa bantuan dari petugas perpustakaan.
- Dengan *Book Drop* pemustaka dapat melakukan pengembalian buku diluar area perpustakaan karena sistem ini dapat ditempatkan terpisah dengan server, yang mana jarak maksimal yang telah teruji adalah 15 m dalam kondisi terhalang oleh dinding.
- Walau proses pengembalian dilakukan secara mandiri, *Book Drop* tetap memberikan layanan seperti halnya pengembalian secara langsung dengan petugas perpustakaan, yaitu sistem ini dapat juga memberikan informasi besar denda dari setiap buku yang dikembalikan dan memberikan bukti pengembalian berupa SMS yang dikirimkan oleh sistem server, namun untuk melakukan pembayaran denda, pemustaka tetap harus membayarnya secara langsung ke petugas perpustakaan.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Basuki, Periodisasi Perpustakaan Indonesia, Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 1994.

[2] A. Hidayat, "Digital library - Perpustakaan Pusat Unikom - Knowledge Center," 26 Desember 2012. [Online]. Available: http://elib.unikom.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptunikompp-gdl-ariphidaya-28980&q=PROTOTIPE%20APLIKASI%20PERPUSTAKAAN. [Diakses 14 April 2016].

[3] Perpustakaan UNIKOM, Selayang Pandang Pedoman Pengguna Perpustakaan, Bandung: Perpustakaan UNIKOM, 2015.

[4] Supriyono, Penerapan Aplikasi RFID di Bidang Perpustakaan, Yogyakarta: UGM, 2009.

[5] M. Capurso, "Using a MFRC522 reader to read and write MIFARE RFID cards on ARDUINO through the MFRC522 library BY COOQROBOT," 17 Juli 2014. [Online]. Available: https://github.com/esp8266/Arduino. [Diakses 15 April 2016].

[6] B. A. Forouzan, Data Communications and Networking, 4th penyunt., New York: McGraw-Hill, 2007, pp. 817-819.