

**Rancang Bangun Sistem Peminjaman dan Pengembalian Buku
Otomatis Berbasis *Self-Service* di UPT Perpustakaan Politeknik
Manufaktur Bandung**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Mochamad Daffa Taufiiqulhakim

220441034



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rancang Bangun Sistem Peminjaman dan Pengembalian Buku Otomatis
Berbasis *Self-Service* di UPT Perpustakaan Politeknik Manufaktur Bandung**

Oleh:

Mochamad Daffa Taufiqulhakim
220441034

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 21 November 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Siti Aminah, S.T., M.T.

NIP 197408172009122001

Pembimbing II,

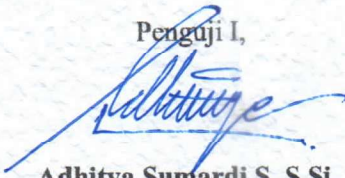


M. Harry Khomas Saputra, S.T., M.TI.

NIP 198803242022031002

Disahkan,

Penguji I,

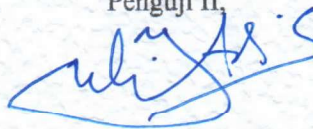


Adhitya Sumardi S, S.Si.

M.Si.

NIP 198110052009121005

Penguji II,



Dr. Ing. Yuliadi Erdani,

M.Sc., Dipl.El.HTL.

NIP 196807021997021001

Penguji III,



Muhammad Nursyam

R,S.Tr.T., M.Sc.

NIP 199503012024061001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mochamad Daffa Taufiiqulhakim
NIM : 220441034
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Peminjaman dan Pengembalian Buku Otomatis Berbasis *Self-Service* di UPT Perpustakaan Politeknik Manufaktur Bandung

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 07 – 07 – 2025
Yang Menyatakan,

(Mochamad Daffa Taufiiqulhakim)
NIM 220441034

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mochamad Daffa Taufiiqulhakim
NIM : 220441034
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Peminjaman dan Pengembalian Buku Otomatis Berbasis *Self-Service* di UPT Perpustakaan Politeknik Manufaktur Bandung

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 07 – 07 – 2025
Yang Menyatakan,

(Mochamad Daffa Taufiiqulhakim)
NIM 220441034

MOTO PRIBADI

Kegagalan dalam hidup ini adalah langkah kecil menuju kesuksesan yang lebih besar, asalkan kita tetap percaya bahwa segala sesuatu yang terjadi adalah bagian dari rencana Allah yang penuh rahmat. Setiap kegagalan mengajarkan kita untuk lebih sabar, lebih kuat, dan lebih dekat kepada-Nya, karena sesungguhnya Allah selalu bersama orang-orang yang sabar.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Sistem Peminjaman dan Pengembalian Buku Otomatis Berbasis *Self-Service* di UPT Perpustakaan Politeknik Manufaktur Bandung”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.ST., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ibu Siti Aminah, S.T., M.T., Bapak M. Harry Khomas Saputra, S.T., M.TI.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Adhitya Sumardi S, S.Si., M.Si., Bapak Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc., Dipl.El.HTL., dan Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc.

6. Panitia tugas akhir, Bapak Rizqi Aji Pratama, S.Pd., M.Pd.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Martini (Ibu) yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk Mochamad Luthfi Saefudin dan Rima Nurhasanah Puteri yang selalu memberi dukungan materi dan motivasi, kritik dan saran dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Kepada Khoirunnisa Nur Fadilah yang selalu tidak berhenti mengingatkan dan memberikan dukungan serta motivasi dan menemani penulis untuk terus berusaha dan tidak pernah menyerah.
10. Buat teman-teman saya kelas AEB-2 angkatan 20.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah mengubah lanskap perpustakaan, dari perpustakaan tradisional menjadi *Smart Library*. *Smart library* merupakan perpustakaan yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan pengalaman penggunanya. Namun, sistem pelayanan perpustakaan di Polman Bandung belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, sehingga proses pelayanan menjadi kurang optimal. Sistem pelayanan yang masih manual menyebabkan potensi kesalahan dalam pencatatan data sirkulasi. Teknologi RFID dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut karena telah banyak diterapkan pada sistem pelayanan perpustakaan berbasis *self-service*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem peminjaman dan pengembalian buku otomatis menggunakan metodologi VDI 2206 dengan mengintegrasikan NodeMCU ESP32 dan modul RFID PN532 sebagai perangkat utama. Berdasarkan hasil pengujian, sistem peminjaman memiliki tingkat keberhasilan 84% dengan waktu rata-rata 31,6 detik per buku, sedangkan sistem pengembalian mencapai tingkat keberhasilan 88% dengan waktu rata-rata 47 detik per buku. Sistem ini terbukti mampu mempercepat proses peminjaman hingga 65% dan pengembalian hingga 22% dibandingkan metode manual. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan stabil dan efisien, serta dapat membantu pustakawan dalam mengurangi beban kerja dan meningkatkan kualitas pelayanan perpustakaan melalui otomatisasi dan digitalisasi proses sirkulasi buku.

Kata kunci : *Smart Library, Radio Frequency Identification (RFID), Automated Storage & Retrieval System (AS/RS), Internet of Things (IoT), VDI 2206*

ABSTRACT

The development of technology has changed the landscape of libraries, from traditional libraries to smart libraries. Smart library is a library that uses information and communication technology to improve efficiency, effectiveness, and user experience. However, the library service system at Polman Bandung has not fully utilized information and communication technology, so the service process is less than optimal. The library service system at Polman Bandung still uses a manual system, making it prone to errors in recording circulation data. RFID technology can be one solution to overcome the problems of library service systems that have not been fully digitized and automated. The technology has been utilized in various industrial sectors, one of which is in library services, from self-checkout to book locating, so that most library services become self-service based. This research was conducted with the aim of designing and implementing with VDI 2206 methodology to integrate NodeMCU ESP32 and PN532 to record the circulation of borrowing and returning books that are centrally stored in the database. The design of this system is expected to ease the burden of librarian duties and improve service quality and user satisfaction with digitized and automated services.

Keywords: *Smart Library, Radio Frequency Identification (RFID), Automated Storage & Retrieval System (AS/RS), Internet of Things (IoT), VDI 2206*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Batasan Masalah.....	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-5
I.5 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 <i>Smart Library</i>	II-1
II.1.2 <i>Internet of Things</i>	II-2
II.1.3 <i>Automated Storage & Retrieval System (AS/RS)</i>	II-3
II.1.4 <i>Modular</i>	II-4

II.1.5	<i>Web Server</i>	II-5
II.1.6	<i>Self-Service</i>	II-5
II.2	Tinjauan Alat.....	II-6
II.2.1	NodeMCU ESP32	II-6
II.2.2	RFID PN532 (RFID/NFC <i>Reader</i>)	II-7
II.2.3	RFID <i>Tag</i>	II-9
II.2.4	Motor Servo MG996.....	II-10
II.2.5	<i>Infrared Obstacle Avoid Sensor</i>	II-10
II.2.6	Motor DC	II-12
II.2.7	L298N (<i>Driver Motor DC</i>).....	II-12
II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-13
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Metodologi VDI 2206	III-1
III.1.1	<i>Product Requirement</i>	III-1
III.1.2	<i>System Design</i>	III-3
III.1.3	<i>Domain Specific Design</i>	III-8
III.1.4	<i>System Integration</i>	III-27
III.1.5	<i>Verification/Validation</i>	III-28
III.1.6	<i>Product</i>	III-29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Implementasi.....	IV-1
IV.1.1	Implementasi Alat/Sistem Mekanik.....	IV-1
IV.1.2	Implementasi Elektrik	IV-2
IV.1.3	Implementasi Informatika	IV-7
IV.2	Pengujian.....	IV-14
IV.2.1	Pengujian Sensor.....	IV-14

IV.2.2	Pengujian Antarmuka.....	IV-18
IV.2.3	Pengujian Peminjaman Buku	IV-19
IV.2.4	Pengujian Pengembalian Buku	IV-27
IV.2.5	Pengujian Ketahanan Mekanik Pergerakan Motor	IV-34
BAB V PENUTUP.....		V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xx
LAMPIRAN.....		xxiv

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Spesifikasi ESP32 [19].....	II-7
Tabel II.2 Spesifikasi RFID PN532 [21].....	II-8
Tabel II.3 Spesifikasi RFID <i>Tag</i>	II-9
Tabel II.4 Spesifikasi Motor Servo MG996 [26]	II-10
Tabel II.5 Spesifikasi <i>Infrared Obstacle Avoid Sensor</i> [28]	II-11
Tabel II.6 Spesifikasi Motor DC [30]	II-12
Tabel II.7 Spesifikasi L298N <i>Driver Motor</i> [32].....	II-13
Tabel II.8 Penelitian Terdahulu.....	II-13
Tabel III. 1 Kebutuhan produk.....	III-2
Tabel III. 2 Rancangan Pengujian	III-2
Tabel IV. 1 Alamat Input dan Output (I/O)	III-2
Tabel IV. 2 Pengujian jarak sensor RFID PN532	IV-15
Tabel IV. 3 Pengujian sensor RFID PN532	IV-15
Tabel IV. 4 Pengujian sensor <i>infrared</i>	IV-17
Tabel IV. 5 Pengujian antarmuka	IV-18
Tabel IV. 6 Pengujian Proses Peminjaman Buku Kolom Pertama	IV-20
Tabel IV. 7 Pengujian Proses Peminjaman Buku Kolom Kedua.....	IV-21
Tabel IV. 8 Pengujian Proses Peminjaman Buku Kolom Ketiga.....	IV-23
Tabel IV. 9 Pengujian Proses Peminjaman Buku Kolom Keempat.....	IV-24
Tabel IV. 10 Pengujian Proses Peminjaman Buku Kolom Kelima	IV-25
Tabel IV. 11 Pengujian Proses Pengembalian Buku Kolom Pertama	IV-27
Tabel IV. 12 Pengujian Proses Pengembalian Buku Kolom Kedua	IV-29
Tabel IV. 13 Pengujian Proses Pengembalian Buku Kolom Ketiga.....	IV-30
Tabel IV. 14 Pengujian Proses Pengembalian Buku Kolom Keempat	IV-31
Tabel IV. 15 Pengujian Proses Pengembalian Buku Kolom Kelima.....	IV-32
Tabel IV. 16 Pengujian Ketahanan Mekanik Motor DC.....	IV-34
Tabel IV. 17 Pengujian Ketahanan Mekanik Motor Servo.....	IV-36

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Empat Dimensi dari Perpustakaan Pintar [8]	II-1
Gambar II. 2 <i>Internet of Things</i> [9].....	II-2
Gambar II. 3 Kontruksi Robot ASRS dan Rak Bersusun [11].....	II-3
Gambar II. 4 Konsep Modular [13].....	II-4
Gambar II. 5 Model Arsitektur [14].....	II-5
Gambar II. 6 Mesin MPS Perpustakaan [16]	II-6
Gambar II. 7 NodeMCU ESP32 [18].....	II-7
Gambar II. 8 RFID PN532 [21]	II-8
Gambar II. 9 RFID <i>Tag</i> [23]	II-9
Gambar II. 10 Motor Servo MG996 [25].....	II-10
Gambar II. 11 <i>Infrared Obstacle Avoid Sensor</i> [27].....	II-11
Gambar II. 12 <i>Motor DC</i> [29]	II-12
Gambar II. 13 <i>L298N Driver Motor</i> [31].....	II-13
Gambar III. 1 Metode VDI2206 [28]	III-1
Gambar III. 2 <i>Use Case</i> fungsi.....	III-2
Gambar III. 3 Arsitektur Sistem	III-4
Gambar III. 4 Diagram alir sistem	III-6
Gambar III. 5 Diagram alir sistem peminjaman.....	III-7
Gambar III. 6 Diagram alir sistem pengembalian	III-8
Gambar III. 7 Rancangan mekanik keseluruhan sistem	III-8
Gambar III. 8 Detail Rancangan mekanik rak penyimpanan buku	III-8
Gambar III. 9 Detail Rancangan mekanik konveyor.....	III-8
Gambar III. 10 Rangkaian elektrik Sistem.....	III-12
Gambar III. 11 Diagram alir program peminjaman	III-13
Gambar III. 12 Diagram alir program peminjaman	III-14
Gambar III. 13 <i>Layout wireframe</i> halaman <i>login website</i>	III-15
Gambar III. 14 <i>Layout wireframe</i> halaman <i>register website</i>	III-16
Gambar III. 15 <i>Layout wireframe</i> halaman <i>dashboard website</i>	III-17
Gambar III. 16 <i>Layout wireframe</i> halaman peminjaman <i>website</i>	III-18
Gambar III. 17 <i>Layout wireframe</i> halaman pengembalian <i>website</i>	III-19

Gambar III. 18 <i>Layout wireframe</i> halaman daftar buku <i>website user</i>	III-20
Gambar III. 19 <i>Layout wireframe</i> halaman daftar buku <i>website admin</i>	III-20
Gambar III. 20 <i>Layout wireframe</i> halaman info detail buku <i>website</i>	III-21
Gambar III. 21 <i>Layout wireframe</i> halaman keanggotaan <i>website admin</i>	III-21
Gambar III. 22 <i>Layout wireframe</i> halaman riwayat pelayanan <i>website user</i> ...	III-21
Gambar III. 23 <i>Layout wireframe</i> halaman riwayat pelayanan <i>website admin</i>	III-21
Gambar III. 24 <i>Layout wireframe</i> halaman profil <i>website user</i>	III-21
Gambar III. 25 <i>Layout wireframe</i> halaman profil <i>website admin</i>	III-21
Gambar III. 26 <i>Use case</i> antarmuka alat sistem peminjaman dan pengembalian buku otomatis.....	III-25
Gambar III. 27 <i>Entity Relationship Diagram</i>	III-26
Gambar III. 28 Diagram alir sistem integrasi antara <i>software</i> dan <i>hardware</i> ..	III-27
Gambar IV. 1 Implementasi alat tampak depan.....	IV-1
Gambar IV. 2 Implementasi <i>database</i>	IV-7
Gambar IV. 3 Tampilan <i>login</i>	IV-9
Gambar IV. 4 Tampilan <i>register</i>	IV-9
Gambar IV. 5 Tampilan <i>dashboard</i>	IV-10
Gambar IV. 6 Tampilan peminjaman buku.....	IV-10
Gambar IV. 7 Tampilan pengembalian buku	IV-11
Gambar IV. 8 Tampilan daftar buku (role admin)	IV-12
Gambar IV. 9 Tampilan daftar buku (role mahasiswa).....	IV-13
Gambar IV. 10 Tampilan keanggotaan (role admin)	IV-13
Gambar IV. 11 Tampilan riwayat pelayanan	IV-14

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Surat Pengantar Wawancara dan Observasi Telkom University
- Lampiran 2** Surat Pengantar Wawancara dan Observasi Institut Teknologi Bandung
- Lampiran 3** Wawancara dan Observasi Sistem Perpustakaan Polman Bandung
- Lampiran 4** Wawancara dan Observasi Sistem Perpustakaan Telkom University
- Lampiran 5** Wawancara dan Observasi Sistem Perpustakaan Institut Teknologi Bandung
- Lampiran 6** Desain UI website pada Figma

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

AS/RS = *Automated Storage & Retrieval System*

RFID = *Radio Frequency Identification*

HTTP = *HyperText Transfer Protocol*

HTML = *HyperText Markup Language*

SLIMS = *Senayan Library Management System*

MPS = *Multi Purpose Station*

IoT = *Internet of Things*

WSN = *Wireless Sensor Network*

Wi-Fi = *Wireless Fidelity*

ADC = *Analog to Digital Converter*

PWM = *Pulse Width Modulation*

DAC = *Digital to Analog Converter*

NFC = *Near Field Communication*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perpustakaan memiliki peran strategis dalam pembangunan sumber daya manusia, khususnya dalam meningkatkan literasi dan akses terhadap informasi [1]. Di tengah pesatnya perkembangan teknologi informasi, perpustakaan tidak lagi hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan buku, melainkan juga sebagai pusat layanan pengetahuan berbasis digital. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 43 Tahun 2007 tentang Perpustakaan Pasal 14 ayat 3 mengamanatkan bahwa setiap perpustakaan harus mengembangkan layanan perpustakaan sesuai dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi [2]. Transformasi perpustakaan tradisional menjadi *Smart Library* merupakan sebuah peluang untuk meningkatkan akses informasi dan literasi masyarakat di era digital. Salah satu langkah yang harus dilakukan adalah dengan menyediakan berbagai koleksi informasi, seperti buku, majalah, dan jurnal, yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Dalam mendukung transformasi perpustakaan menuju layanan berbasis teknologi, penting untuk tetap menekankan nilai kegiatan membaca secara rutin sebagai salah satu cara utama memperoleh ilmu pengetahuan, terutama di era digital saat ini [3]. Meskipun teknologi informasi berkembang pesat, buku fisik tetap menjadi sarana pendidikan yang relevan karena mampu menyajikan informasi secara mendalam dan terstruktur—hal yang tidak selalu dapat ditemukan di internet [4]. Oleh karena itu, pustakawan yang mampu memahami kebutuhan pemustaka secara baik akan memberikan layanan yang lebih relevan dan berkualitas [5]. Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang Nomor 43 Tahun 2007 tentang Perpustakaan Pasal 14 ayat 4, yang menyatakan bahwa layanan perpustakaan harus diselenggarakan berdasarkan kebutuhan dan kepentingan pemustaka [2].

Perpustakaan Politeknik Manufaktur Bandung (Polman Bandung) merupakan salah satu fasilitas penunjang kegiatan akademik maupun non-akademik yang menyediakan koleksi buku yang cukup lengkap sesuai dengan bidang studi yang diajarkan. Perpustakaan ini berperan sebagai pusat sumber daya informasi bagi

mahasiswa, dosen, dan staf, dengan berbagai layanan seperti peminjaman buku, layanan referensi, serta ruang baca. Namun, meskipun memiliki koleksi yang beragam dan layanan yang luas, perpustakaan Polman Bandung masih menghadapi tantangan dalam proses pengelolaan buku, khususnya pada sistem peminjaman dan pengembalian yang masih bersifat manual. Seluruh proses mulai dari pencatatan hingga penempatan kembali buku ke rak dilakukan oleh pustakawan tanpa bantuan sistem otomatisasi, sehingga berisiko menyebabkan kesalahan, keterlambatan, dan beban kerja yang tinggi.

Sistem peminjaman dan pengembalian buku secara manual menghadirkan berbagai permasalahan yang memengaruhi efisiensi operasional perpustakaan. Pertama, kesalahan dalam penempatan buku kerap terjadi karena proses yang bergantung sepenuhnya pada ketelitian pustakawan, sehingga buku bisa terselip atau salah rak. Kedua, waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan buku dari troli ke rak sangat memakan waktu, terutama saat volume pengembalian tinggi. Ketiga, penggunaan ruang penyimpanan yang tidak efisien menjadi kendala lain karena tidak adanya sistem pengaturan otomatis yang mengoptimalkan penataan buku. Permasalahan-permasalahan ini menunjukkan perlunya solusi inovatif berupa otomatisasi untuk meningkatkan kecepatan, akurasi, dan efektivitas pengelolaan buku di perpustakaan Polman Bandung.

Salah satu solusi inovatif untuk menjawab permasalahan tersebut adalah dengan mengintegrasikan teknologi otomatisasi melalui sistem *Automated Storage and Retrieval System* (AS/RS). Teknologi ini memungkinkan buku disimpan dan diambil secara otomatis menggunakan mekanisme *linear actuator* dan rak yang dikendalikan oleh sistem terprogram. Dalam konteks perpustakaan, penerapan AS/RS mampu mengurangi beban kerja pustakawan, meminimalkan kesalahan penempatan buku, serta mempersingkat waktu dalam proses penyimpanan dan pengambilan buku. Dengan sistem ini, buku yang dikembalikan dapat langsung ditempatkan ke lokasi yang telah ditentukan secara otomatis berdasarkan klasifikasi atau kode tertentu, sehingga ruang penyimpanan pun dapat dimanfaatkan secara lebih optimal.

Dalam penerapannya, teknologi seperti RFID dimanfaatkan untuk membantu identifikasi buku secara cepat dan akurat, sehingga proses penyimpanan dan pencarian buku dapat dilakukan secara efisien. Penggabungan sistem ini menjadi salah satu elemen penting dalam konsep *Smart Library* karena mampu meningkatkan kecepatan layanan, mengurangi kesalahan, serta mengoptimalkan ruang penyimpanan yang tersedia.

Penelitian mengenai penerapan teknologi AS/RS dalam sistem pengambilan dan pengembalian barang di ruang penyimpanan telah banyak dilakukan dan menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan efisiensi sistem. Salah satunya adalah penelitian oleh Emil Naf'an (2021), yang mengembangkan sistem penampung buku berbasis *bookdrop*. Sistem ini menggunakan motor DC untuk menggerakkan alas penampung yang secara otomatis menyesuaikan posisinya berdasarkan ketebalan buku yang masuk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu bekerja dengan baik dan menahan beban hingga 22 kg, dengan kapasitas antara 30 hingga 50 buku tergantung ukurannya [6]. Pada penelitian tersebut terdapat kekurangan dimana belum memiliki mekanisme pengklasifikasian buku berdasarkan rak penyimpanannya, karena semua buku dikumpulkan dalam satu penampungan. Selain itu, penelitian oleh Nuri Hadiatiningsih (2019) mengembangkan sistem peminjaman alat praktikum berbasis web dan RFID. Sistem ini mendapatkan respons yang sangat baik dari pengguna, dengan tingkat efektivitas dan efisiensi mencapai 92,5% dan tingkat kepuasan pengguna terhadap aspek kegunaan, kenyamanan, serta kepercayaan berada pada angka 85,3% [7]. Berdasarkan hasil kedua penelitian tersebut, teknologi AS/RS dapat dijadikan acuan dalam merancang sistem peminjaman dan pengembalian buku yang lebih otomatis dan efisien, dengan mengembangkan sistem berbasis pergerakan motor.

Dalam penelitian ini, penulis bertujuan untuk mengembangkan dan merancang sebuah sistem peminjaman dan pengembalian buku otomatis guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan pustakawan. Sistem ini diharapkan dapat menggantikan proses manual yang selama ini digunakan menjadi lebih terstruktur dan terotomatisasi. Dengan demikian, penerapan sistem ini akan menjadi salah satu langkah menuju terciptanya konsep *Smart Library* yang modern dan terintegrasi.

I.2 Rumusan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, hal yang menjadi rumusan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem peminjaman dan pengembalian buku otomatis berbasis *self-service* dengan konsep *Automated Storage and Retrieval System (AS/RS)*?
2. Bagaimana mengotomasikan sistem pendataan sirkulasi peminjaman dan pengembalian buku guna meningkatkan efisiensi kerja pustakawan?
3. Bagaimana tingkat akurasi sistem dalam proses pengambilan dan penempatan buku pada rak secara otomatis?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, agar pembahasan lebih terfokus dan sesuai dengan ruang lingkup penelitian, maka ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dan perancangan alat dilakukan dalam bentuk prototipe eksperimental berskala laboratorium, yaitu dalam lingkungan uji coba terbatas yang belum sampai pada tahap implementasi penuh di perpustakaan nyata.
2. Sistem difokuskan untuk mengotomatisasi proses peminjaman dan pengembalian buku melalui rak penyimpanan otomatis dan pendataan berbasis RFID, sebagai bentuk simulasi layanan perpustakaan otomatis di masa depan tanpa integrasi langsung dengan sistem perpustakaan yang telah ada.
3. Dimensi buku yang dapat ditangani maksimal adalah 25 cm x 18 cm dengan bobot tidak lebih dari 300 gram.
4. Sistem hanya mampu menangani satu buku dalam satu siklus peminjaman atau pengembalian.
5. Total rak penyimpanan berjumlah 5 unit dengan kapasitas 1 buku per kolom.
6. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP32 sebagai pusat pengendali sistem.
7. Identifikasi buku dilakukan dengan sensor RFID tipe PN532, dengan tag berbasis stiker dan frekuensi kerja 13,56 MHz.

8. Sistem database disimpan secara lokal menggunakan MySQL, dan belum terintegrasi dengan sistem otomasi perpustakaan seperti SLiMS.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Membangun transformasi sistem peminjaman dan pengembalian buku otomatis berbasis teknologi untuk meningkatkan efisiensi layanan perpustakaan.
2. Meningkatkan efektivitas sistem penyimpanan buku dengan menerapkan konsep *Automated Storage and Retrieval System (AS/RS)*.
3. Mengurangi potensi kesalahan dan pekerjaan berulang dalam proses pengembalian buku secara otomatis ke rak penyimpanan yang sesuai.

Manfaat dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mempermudah pustakawan dalam proses peminjaman dan pengembalian buku melalui sistem otomatis tanpa perlu melakukan pengambilan atau penyimpanan manual.
2. Mempercepat dan meningkatkan akurasi dalam penyimpanan buku, sehingga mengurangi risiko salah penempatan.
3. Mendukung peningkatan kualitas manajemen inventaris buku di perpustakaan melalui sistem pendataan otomatis.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi uraian rinci tentang metode dan langkah-langkah penyelesaian masalah, bahan atau materi TA,

alat yang digunakan, rancangan sistem, variabel TA, dan metode pengambilan data atau metode analisis hasil.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi jawaban permasalahan yang dirumuskan, dan penjelasan mengenai hasil-hasil TA.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.