



LAPORAN PROYEK AKHIR

**PEMANFAATAN TEKNOLOGI REST API
MENGUNAKAN *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION* UNTUK
OTOMATISASI PEMINJAMAN LABORATORIUM
(STUDI KASUS POLITEKNIK CALTEX RIAU)**

Randy Prada Bangun

NIM. 2257301112

Pembimbing

Muhammad Mahrus Zain, S.S.T., M.T.I.

**PROGRAM STUDI
SISTEM INFORMASI
POLITEKNIK CALTEX RIAU**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN TEKNOLOGI REST API MENGUNAKAN *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION* UNTUK OTOMATISASI PEMINJAMAN LABORATORIUM (STUDI KASUS POLITEKNIK CALTEX RIAU)

Randy Prada Bangun

NIM. 2257301112

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan
memperoleh Sarjana Terapan (S.Tr.Kom)
di Politeknik Caltex Riau

Pekanbaru, 27 Juli 2026

Disetujui oleh:

Pembimbing 1 : Muhammad Mahrus Zain, S.S.T., M.T.I.
NIP. 169318

Penguji 1 : Heni Rachmawati, S.T., M.T.
NIP. 078202

Penguji 2 : Frisca Martha Veronica S.Tr.Kom.,
M.Tr.Kom
NIP. 250005

()
()
()

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sistem Informasi



Satria Perdana Arifin, S.T., M.T.I

NIP. 118402

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian yang berjudul:

PEMANFAATAN TEKNOLOGI REST API MENGUNAKAN *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION* UNTUK OTOMATISASI PEMINJAMAN LABORATORIUM (STUDI KASUS POLITEKNIK CALTEX RIAU)

Menggunakan teknologi Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) dalam penyusunan dokumen ini sebatas pada hal-hal berikut:

1. Perbaikan bahasa dan struktur kalimat
2. Brainstorming Referensi penelitian
3. Pengecekan Redaksional
4. Penyusunan kerangka logika sistem

Penggunaan tersebut **tidak menyangkut substansi utama penelitian**, seperti analisis, penyusunan ide pokok, perumusan konsep ilmiah, atau penentuan hasil penelitian. Seluruh substansi utama dalam dokumen ini merupakan hasil pemikiran dan karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai ketentuan yang berlaku.

Pekanbaru, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,

Randy Prada Bangun

NIM. 2257301112

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian yang berjudul:

**PEMANFAATAN TEKNOLOGI REST API
MENGUNAKAN *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION*
UNTUK OTOMATISASI PEMINJAMAN LABORATORIUM
(STUDI KASUS POLITEKNIK CALTEX RIAU)**

Adalah benar hasil karya saya, dan tidak mengandung karya ilmiah atau tulisan yang pernah diajukan di suatu Perguruan Tinggi.

Setiap kata yang dituliskan tidak mengandung plagiat, pernah ditulis maupun diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam dokumen ini dan disebutkan pada daftar pustaka. Saya siap menanggung seluruh akibat apabila terbukti melakukan plagiat.

Pekanbaru, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,

Randy Prada Bangun

NIM. 2257301112

KESEPAKATAN PUBLIKASI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini saya menyatakan:

- 1) Memberikan persetujuan kepada Politeknik Caltex Riau untuk menyimpan, mengolah dalam bentuk pangkalan data, merawat, mengalih media/formatkan dan mempublikasikan **Proyek Akhir** ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
- 2) Tidak melakukan alih media/format dan publikasi dalam bentuk makalah ilmiah dari bagian atau keseluruhan **Proyek Akhir** ini ke suatu publikasi ilmiah, pada seminar ataupun jurnal, skala nasional maupun internasional, kecuali ada persetujuan dari saya dan Dosen Pembimbing Utama, dan mencantumkan nama saya, Dosen Pembimbing Utama dan nama-nama lain (jika ada) yang berkontribusi pada makalah.

Pekanbaru, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,

Randy Prada Bangun

NIM. 2257301112

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis **LAPORAN PROYEK AKHIR** dapat menyelesaikan penelitian berjudul “**Pemanfaatan Teknologi Rest API Menggunakan *Radio Frequency Identification* Untuk Otomatisasi Peminjaman Laboratorium (Studi Kasus Politeknik Caltex Riau)**”. yang disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan **Sarjana Terapan** pada Program Studi **Sistem Informasi** Politeknik Caltex Riau.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi para pembaca, serta menjadi bahan referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Pekanbaru, 27 Juli 2026

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

- 1) Kedua orang tua tersayang, Bapak Daniel Bangun dan Mamak Rosdiana Br. Karo yang selalu memberikan motivasi dan kasih sayang yang tak terhingga hingga tidak hentinya mendoakan penulis hingga penulis bisa menyelesaikan Proyek Akhir ini tepat waktu.
- 2) Bapak Dr. Dadang Syarif Sihabudin Sahid, S.Si, M.Sc. selaku Direktur Politeknik Caltex Riau yang telah memberikan dukungan moral dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
- 3) Bapak Satria Perdana Arifin, S.T., M.T.I selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi
- 4) Ibu Nina Fadhilah Najwa, S.Kom., M.Kom. selaku dosen wali yang telah memberi izin untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini tepat waktu.
- 5) Bapak Muhammad Mahrus Zain, S.S.T., M.T.I. selaku Dosen Koordinator Proyek Akhir yang telah membantu, memberikan semangat, mengarahkan dan mengingatkan penulis untuk selalu mengerjakan Proyek Akhir.
- 6) Bapak Muhammad Mahrus Zain, S.S.T., M.T.I. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan serta arahan selama pengerjaan proyek akhir.
- 7) Ibu Heni Rachmawati, S.T., M.T. selaku penguji 1, dan Ibu Frisca Martha Veronica S.Tr.Kom., M.Tr.Kom selaku Penguji 2 yang telah menguji dan memberikan arahan untuk penyempurnaan Proyek Akhir.
- 8) Seluruh dosen program studi Sistem Informasi yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis dalam menyelesaikan proyek akhir.
- 9) Rendy Ilham, Nadhifa Mahdi, M. Hamdhani Adry sebagai teman dan membantu sedikit banyaknya penulis dalam menyelesaikan laporan proyek akhir ini.
- 10) Teman-teman dari Anti Dark System, sebagai teman dan penyemangat dalam menjalani perkuliahan dari awal semester hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini.
- 11) Apresiasi setinggi-tingginya penulis tujukan kepada rekan-rekan G22 SID atas dukungan moral dan motivasi yang tak henti, sehingga Proyek Akhir ini dapat rampung tepat pada waktunya. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh

kerabat yang telah membantu, meski tidak dapat disebutkan satu per satu. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki ruang untuk perbaikan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perkembangan wawasan bagi pembaca maupun bagi penulis pribadi di masa depan.

Pekanbaru, 27 Juli 2026

Randy Prada Bangun

ABSTRAK

Pengelolaan peminjaman laboratorium seringkali menghadapi kendala dalam sinkronisasi jadwal dan pengawasan akses fisik ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Sistem Peminjaman Laboratorium Terintegrasi *Internet of Things* (IoT) guna mendigitalisasi alur persetujuan bertingkat serta mengotomatisasi pembukaan pintu berbasis identitas pengguna. Sistem ini dikembangkan berbasis web menggunakan *framework* Laravel yang menjembatani komunikasi REST API dengan perangkat keras berupa Raspberry Pi, modul RFID Reader, dan *solenoid lock*. Metode pengujian sistem melibatkan *Black Box Testing* untuk memvalidasi fungsionalitas alur logika, pengujian kinerja perangkat keras, serta *System Usability Scale* (SUS) untuk mengevaluasi kepuasan antarmuka pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengelola pengajuan peminjaman secara terpusat dan memvalidasi akses fisik ruangan secara real-time tanpa ditemukan adanya galat fungsional. Dari hasil analisis pengujian perangkat keras, sensor RFID mampu membaca kartu secara optimal pada rentang jarak 0-2 cm, dan waktu tanggap (*response time*) komunikasi REST API berjalan stabil di bawah 1 detik. Evaluasi kebergunaan menghasilkan skor akhir SUS sebesar 87,58 yang masuk ke dalam kategori *Excellent* (Sangat Baik). Dengan demikian, sistem ini terbukti andal dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi proses peminjaman laboratorium, serta memiliki antarmuka yang sangat intuitif untuk dioperasikan oleh pengguna.

Kata Kunci : *Internet of Things, Laravel, Peminjaman Laboratorium, RFID, System Usability Scale*

ABSTRACT

The management of laboratory lending often faces challenges in synchronizing schedules and supervising physical access to the rooms. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT) Integrated Laboratory Lending System to digitalize the multi-level approval workflow and automate door access based on user identity. The system is developed as a web-based application using the Laravel framework, which bridges REST API communication with hardware components including a Raspberry Pi, an RFID reader module, and a solenoid lock. The testing methods involved Black Box Testing to validate the functionality of the logical flow, hardware performance testing, and the System Usability Scale (SUS) to evaluate user interface satisfaction. The research results indicate that the system successfully manages lending requests centrally and validates physical room access in real-time, with no functional errors detected. Based on the hardware testing analysis, the RFID sensor is able to read cards optimally within a range of 0-2 cm, and the REST API communication response time is stable at under 1 second. Furthermore, the usability evaluation yielded a final SUS score of 87.58, which falls into the "Excellent" category. Consequently, this system has proven reliable in enhancing the security and efficiency of the laboratory lending process, while providing a highly intuitive interface for users.

Keywords : *Internet of Things; Laboratory Lending; Laravel; RFID; System Usability Scale*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
KESEPAKATAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 IoT (<i>Internet Of Things</i>).....	6
2.1.2 REST API.....	7
2.1.3 Metode <i>Waterfall</i>	8
2.1.4 RFID	9
2.1.5 Raspberry Pi	10
2.1.6 <i>Solenoid Lock Door</i>	11
2.1.7 <i>Black Box Testing</i>	11
2.2 Penelitian Terdahulu	12

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Analisis Sistem.....	18
3.2 Hasil Analisa.....	18
3.3 Proses Bisnis <i>As-Is</i>	20
3.4 Proses Bisnis <i>To-Be</i>	21
3.5 <i>Flowchart</i> Alur Peminjaman Laboratorium menggunakan Sistem	21
3.6 Daftar Kebutuhan.....	24
3.6.1 Kebutuhan Fungsional.....	24
3.6.2 Kebutuhan Non Fungsional	25
3.7 Model Analisa.....	25
3.7.1 Identifikasi Aktor.....	25
3.7.2 <i>Use Case Diagram</i>	27
3.7.3 <i>Use Case Scenario</i>	27
3.8 <i>Model Design</i>	33
3.8.1 <i>Entity Relationship Diagram</i>	33
3.8.2 Desain Antar Muka.....	36
3.8.3 Arsitektur Sistem	40
3.9 Pengujian.....	43
3.9.1 <i>Black Box Testing</i>	43
3.9.2 Pengujian <i>Hardware</i>	45
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	48
4.1 Implementasi Metodologi <i>Waterfall</i>	48
4.1.1 <i>Requirements</i>	48
4.1.2 <i>Design</i>	48
4.1.3 Implementasi	49
4.2 Hasil Implementasi Sistem	49
4.2.1 Halaman <i>Landing Page</i>	49
4.2.2 Halaman <i>Register Akun</i>	50
4.2.3 Halaman <i>Login</i>	51
4.2.4 Halaman <i>Dashboard Admin</i>	52
4.2.5 Halaman Daftar RFID Mahasiswa	53
4.2.6 Halaman Manajemen <i>Asset Lab</i>	54

4.2.7	Halaman Manajemen Ruangan Lab	55
4.2.8	Halaman Manajemen Jadwal Kuliah.....	55
4.2.9	Halaman <i>Dashboard</i> Mahasiswa.....	56
4.2.10	Halaman Cek Status Laboratorium	57
4.2.11	Halaman <i>Form</i> Peminjaman Laboratorium.....	58
4.2.12	Halaman Dashboard Pengelola.....	59
4.2.13	Halaman Notifikasi Email Peminjaman	60
4.2.14	Implementasi Perangkat Keras (IoT).....	61
4.2.15	Implementasi Program Raspberry Pi dan REST API.....	63
4.3	Pengujian Sistem.....	64
4.3.1	Pengujian Fungsionalitas (<i>Black Box Testing</i>).....	64
4.3.2	Pengujian Kebergunaan (<i>Usability Testing</i>) dengan <i>System Usability Scale</i> (SUS).....	67
4.3.3	Pengujian Hardware	70
4.4	Analisis Hasil.....	71
4.4.1	Analisis Sistem Peminjaman dan Integrasi IoT.....	71
4.4.2	Analisis Pengujian <i>Black Box</i>	72
4.4.3	Analisis Pengujian <i>Usability Testing</i>	72
4.4.4	Analisis Pengujian Perangkat Keras (IoT)	73
BAB 5 PENUTUP.....		74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA		76
LAMPIRAN A WAWANCARA.....		1
LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN		1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Metode Waterfall	19
Gambar 3.2 Proses Bisnis Peminjaman Sebelum Menggunakan Sistem.....	20
Gambar 3.3 Proses Bisnis Peminjaman Setelah Menggunakan Sistem.....	21
Gambar 3.4 Alur Flowchart Peminjaman dengan Sistem.....	21
Gambar 3.5 Use Case Diagram.....	27
Gambar 3.6 Entity Relationship Diagram.....	33
Gambar 3.7 Tampilan Landing Page	37
Gambar 3.8 Tampilan Log In Sistem.....	37
Gambar 3.9 Tampilan Dashboard Sistem	38
Gambar 3.10 Tampilan Form Peminjaman.....	38
Gambar 3.11 Tampilan Cek Status	39
Gambar 3.12 Desain Arsitektur Sistem.....	40
Gambar 4.1 Implementasi Dashboard 1	50
Gambar 4.2 Implementasi Dashboard 2.....	50
Gambar 4.3 Halaman Register Akun	51
Gambar 4.4 Halaman Login.....	52
Gambar 4.5 Halaman Dashboard Admin.....	53
Gambar 4.6 Halaman Pendaftaran RFID Mahasiswa	54
Gambar 4.7 Halaman Manajemen Asset Lab	54
Gambar 4.8 Halaman Manajemen Ruang Lab.....	55
Gambar 4.9 Halaman Manajemen Jadwal Kuliah.....	56
Gambar 4.10 Halaman Dashboard Mahasiswa	57
Gambar 4.11 Halaman Cek Status Laboratorium	58
Gambar 4.12 Halaman Form Peminjaman.....	59
Gambar 4.13 Halaman Dashboard Pengelola	60
Gambar 4.14 Notifikasi email.....	61
Gambar 4.15 Implementasi Perangkat Keras.....	62
Gambar 4.16 Kode Program pada raspi	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan variabel penelitian	14
Tabel 3.1 Kebutuhan Fungsional	24
Tabel 3.2 Kebutuhan Non Fungsional	25
Tabel 3.3 Identifikasi Aktor	25
Tabel 3.4 Use Case: Login	28
Tabel 3.5 Use Case: Manajemen Data Ruang, Asset, & Jadwal	28
Tabel 3.6 Use Case: Mengisi Form.....	29
Tabel 3.7 Cetak Form Online Peminjaman.....	30
Tabel 3.8 Use Case Melihat Riwayat Peminjaman Lab.....	30
Tabel 3.9 Use Case Tautkan UID RFID Mahasiswa	31
Tabel 3.10 Use Case Kelola Status Persetujuan.....	32
Tabel 3.11 Use Case Mendapat Notifikasi Peminjaman & Approval via Email ..	32
Tabel 3.12 Database Users.....	34
Tabel 3.13 Database Mahasiswa	34
Tabel 3.14 Database Mahasiswa	34
Tabel 3.15 Database Approval.....	35
Tabel 3.16 Database RFID.....	35
Tabel 3.17 Database Lab.....	35
Tabel 3.18 Database Anggota	36
Tabel 3.19 Pengujian Black Box Mahasiswa.....	43
Tabel 3.20 Pengujian Black Box Laboran	43
Tabel 3.21 Pengujian Black Box Kajur & Wadir	44
Tabel 3.22 Pengujian Black Box Admin/BAAK.....	45
Tabel 3.23 Tabel Pengujian Jarak Baca	46
Tabel 3.24 Tabel Pengujian Validasi ID/UID Kartu.....	47
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Black Box Testing Mahasiswa	65
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Black Box Testing Laboran	65
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Black Box Testing Kajur/Wadir	66
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Black Box Testing Kajur/Wadir	66
Tabel 4.5 Hasil Pengujian SUS.....	67

Tabel 4.6 Distribusi Jawaban Responden	68
Tabel 4.7 Perhitungan Skor SUS	69
Tabel 4.8 Tabel Pengujian Jarak Baca	70
Tabel 4.9 Tabel Pengujian Validasi UID	70

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era transformasi *digital*, kebutuhan akan sistem informasi yang efisien, cepat, dan akurat menjadi semakin penting, khususnya dalam mendukung kegiatan akademik di perguruan tinggi. Salah satu permasalahan yang masih dihadapi banyak kampus, termasuk di Politeknik Caltex Riau, adalah proses peminjaman ruangan atau laboratorium yang masih dilakukan secara manual. Sistem manual ini umumnya mengharuskan mahasiswa atau dosen untuk mengisi formulir kertas yang kemudian diverifikasi secara administratif.

Hasil survei awal yang dilakukan terhadap 48 mahasiswa Politeknik Caltex Riau menunjukkan beberapa temuan penting. Sebanyak 54% responden menyatakan bahwa proses peminjaman ruangan saat ini tidak efisien, terutama karena tidak tahu laboratorium mana yang kosong sehingga harus menanyakan secara langsung. Sekitar 43% responden mengeluhkan proses peminjaman yang berbelit dan lama dikarenakan harus mengisi *form online* serta mencetak meminta persetujuan secara manual ke pengelola, sehingga memakan waktu yang panjang. Selain itu, lebih dari 50% responden menyatakan perlu adanya peningkatan ataupun perbaikan dalam proses peminjaman laboratorium, terkhusus pada Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Caltex Riau. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem manual menimbulkan inefisiensi baik dari sisi pengguna maupun pengelola.

Hasil wawancara dengan kepala laboratorium Jurusan Teknik Industri Politeknik Caltex Riau memperkuat kondisi tersebut. Narasumber menjelaskan bahwa proses administrasi manual sering kali menimbulkan beban tambahan bagi pengelola, baik dalam hal pencatatan, verifikasi, maupun penyimpanan dokumen. Narasumber lain yaitu Ibu Nessa Chairani Bemin, S.S.T., selaku Kepala Laboratorium JTI Politeknik Caltex Riau juga menekankan pentingnya pengembangan sistem yang benar-benar berbasis *user requirement*, sehingga fitur yang dirancang dapat digunakan secara efektif sesuai kebutuhan mahasiswa dan pengelola laboratorium. Harapannya, sistem ini dapat membantu meningkatkan transparansi, efisiensi, serta mengurangi potensi *human error* dalam pengelolaan

peminjaman.

Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan *system* yang lebih terintegrasi dan otomatis, Pemanfaatan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) yang dikombinasikan dengan REST API berpotensi menjadi solusi efektif dalam mempermudah proses peminjaman ruangan. Sistem ini memungkinkan mahasiswa untuk melakukan peminjaman dengan mengisi *form* secara *online* yang terhubung dengan ke *database* dan memperbarui status peminjaman secara *real-time* tanpa formulir manual.

Selain mempermudah pengguna, sistem ini juga memberikan keuntungan bagi pihak pengelola kampus, karena mampu meminimalkan kesalahan *input* data, dan memudahkan proses *monitoring* peminjaman. Dengan adanya sistem ini, diharapkan terjadi peningkatan efisiensi operasional serta pengalaman pengguna yang lebih baik dalam mengakses fasilitas kampus.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem yang berjudul “Pemanfaatan Teknologi REST API Menggunakan *Radio Frequency Identification* untuk Otomatisasi Peminjaman Laboratorium (Studi Kasus Politeknik Caltex Riau)”. Proyek ini diharapkan dapat menjadi Langkah awal transformasi digital dalam pengelolaan fasilitas di lingkungan kampus.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Mahasiswa Politeknik Caltex Riau mengalami kesulitan dalam proses peminjaman laboratorium karena masih menggunakan sistem manual, yang mengakibatkan proses peminjaman menjadi lambat, kurang praktis, rawan kesalahan, serta menyulitkan dalam pengecekan ketersediaan ruangan secara *real-time*.

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem ini ditujukan untuk penggunaan internal di Politeknik Caltex Riau, khususnya untuk mahasiswa dan pengelola laboratorium.

- 2) Sistem ini ditujukan untuk penggunaan Laboratorium *computer* pada Jurusan Teknologi Informasi di Politeknik Caltex Riau
- 3) Sistem hanya membatasi peminjaman pada proses *input form* peminjaman melalui *website*, validasi dan persetujuan oleh pengelola laboratorium, serta pengiriman *token* akses ke kartu RFID mahasiswa.
- 4) Mahasiswa yang telah mendapat persetujuan hanya dapat membuka ruangan yang telah dipinjam dengan cara melakukan tap kartu RFID pada RFID *reader* yang terpasang di pintu laboratorium.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari pengembangan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Merancang fitur sistem peminjaman laboratorium berbasis web yang memungkinkan mahasiswa melakukan pengajuan peminjaman ruangan secara *online* melalui pengisian *form digital*.
- 2) Membangun sebuah sistem yang dapat memvalidasi dan mengelola permohonan peminjaman ruangan, serta mengirimkan *token* akses ke kartu RFID mahasiswa yang disetujui.
- 3) Mengimplementasikan integrasi kartu RFID dengan sistem kunci pintu ruangan, sehingga mahasiswa yang telah disetujui peminjamannya dapat membuka pintu ruangan dengan melakukan tap kartu RFID pada RFID *reader*.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Mempermudah mahasiswa dalam proses peminjaman laboratorium dengan mengurangi prosedur manual melalui sistem berbasis web.
- 2) Membantu pengelola ruangan dalam memvalidasi dan mengelola data peminjaman secara lebih efisien dan terdokumentasi
- 3) Memberikan kemudahan akses masuk laboratorium yang telah dipinjam tanpa perlu kunci fisik, cukup dengan tap kartu RFID pada RFID *reader*

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan Pemanfaatan Teknologi REST API Menggunakan *Radio Frequency Identification* untuk Otomatisasi Peminjaman Laboratorium (Studi Kasus Politeknik Caltex Riau) adalah sebagai berikut:

1) Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data terkait proses peminjaman laboratorium di Politeknik Caltex Riau, termasuk alur peminjaman, syarat peminjaman, pihak yang berwenang memberikan persetujuan, serta kendala-kendala yang sering terjadi dalam proses peminjaman laboratorium secara manual.

2) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi terkait sistem peminjaman laboratorium berbasis web dan integrasi dengan RFID. Referensi diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, laporan penelitian, dokumentasi teknologi, dan artikel terkait. Tahap ini bertujuan untuk menemukan konsep, metode, serta teknologi yang akan diterapkan untuk mendukung pengembangan sistem peminjaman laboratorium.

3) Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung bersama kepala Laboratorium Jurusan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi dan kebutuhan terkait perancangan sistem peminjaman laboratorium.

4) Perancangan

Perancangan dilakukan untuk membentuk arsitektur sistem yang mencakup desain antarmuka, struktur *database*, serta alur sistem mulai dari pengisian *form* peminjaman oleh mahasiswa hingga persetujuan pengelola dan pengiriman *token* ke kartu RFID. Selain itu, tahap ini juga mencakup perancangan REST API untuk memastikan integrasi sistem dengan perangkat RFID dan sistem pintu otomatis.

5) Implementasi

Melakukan tahap implementasi untuk pembuatan sistem

6) Pengujian dan Analisis

Pengujian dan analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem yang telah dirancang serta tingkat keberhasilan perangkat dari *Radio Frequency Identification* yang digunakan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan proyek akhir ini secara keseluruhan terdiri dari empat bab, masing-masing terdiri dari beberapa sub bab. Adapun pokok pembahasan dari masing-masing bab tersebut secara garis besar sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan secara umum mengenai penelitian yang dilakukan. Penjelasan meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas penelitian terdahulu dan landasan teori yang relevan dengan pengembangan sistem Pemanfaatan Teknologi REST API Menggunakan RFID untuk Otomatisasi Peminjaman Laboratorium dan Ruangan.

BAB III PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem yang akan dibangun, serta penjelasan alur kerja sistem.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi informasi mengenai hasil pembangunan sistem serta pengujian dan analisisnya

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran setelah melaksanakan proyek akhir.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 IoT (*Internet Of Things*)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung melalui jalur internet, sehingga dapat saling berkomunikasi, mengumpulkan, dan bertukar data tanpa campur tangan manusia secara langsung. Istilah IoT pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dalam presentasi kepada *Proctor & Gamble*, sebagai bagian dari upaya otomatisasi rantai pasok menggunakan teknologi RFID.

Dalam implementasinya, IoT bertujuan untuk menjembatani dunia fisik dan dunia digital dengan cara menanamkan perangkat keras atau perangkat lunak pada suatu benda sehingga dapat menjadi *smart object* (Radouan Ait Mouha, 2021). Dengan kemampuan komunikasi dan interaksi ini, IoT mampu memberikan manfaat signifikan di berbagai sektor, seperti industri, transportasi, pertanian, Kesehatan, bahkan rumah tangga.

Agar sistem IoT dapat berjalan optimal, dibutuhkan arsitektur yang mendukung pengolahan data secara efisien. Secara umum, terdapat dua model arsitektur IoT, yaitu *Three Layer Architecture* dan *Five Layer Architecture*. *Three Layer Architecture* terdiri dari tiga lapisan utama. Pertama, *Perception Layer* (Lapisan Persepsi) yang berfungsi melakukan pengumpulan data dari lingkungan fisik menggunakan sensor atau RFID. Kedua *Network Layer* (Lapisan Jaringan) yang bertugas menghubungkan data dari lapisan persepsi menuju pusat pengolahan melalui jaringan internet. Ketiga, *Application Layer* (Lapisan Aplikasi) yang bertanggung jawab menghadirkan layanan kepada pengguna sesuai dengan kebutuhan.

Selain arsitektur tiga lapis, terdapat juga model yang lebih kompleks yaitu *Five Layer Architecture*. Model ini menambahkan dua lapisan tambahan, yaitu *Processing Layer* dan *Business Layer*. *Processing Layer* berfungsi untuk mengolah informasi yang diterima dari jaringan, sehingga dapat menghasilkan keputusan atau

tindakan lanjutan sesuai dengan logika sistem. Sedangkan *Business Layer* bertugas untuk memvisualisasikan informasi yang dihasilkan dari pengolahan data dan mendukung proses pengambilan keputusan strategis.

2.1.2 REST API

Representational State Transfer (REST) adalah arsitektur perangkat lunak yang digunakan untuk merancang layanan jaringan berbasis web. REST API (*Application Programming Interface*) merupakan antarmuka pemrograman aplikasi yang memanfaatkan prinsip-prinsip REST dalam pertukaran data antara klien dan server, (Meshram, 2021). REST API memungkinkan komunikasi antara sistem yang berbeda menggunakan protokol HTTP dengan metode seperti GET, POST, PUT, dan DELETE untuk mengelola sumber daya. Karakteristik utama REST API meliputi:

1) *Stateless*

Setiap permintaan dari klien ke server harus mengandung semua informasi yang dibutuhkan untuk memahami dan memproses permintaan tersebut, tanpa mengandalkan sesi yang disimpan di server.

2) *Client-Server Architecture*

Pemisahan antara klien (*user interface*) dan server (penyimpanan dan logika data), memungkinkan pengembangan yang lebih terstruktur dan terpisah.

3) *Cacheable*

Respons dari server dapat di-*cache* untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja aplikasi.

4) *Uniform Interface*

Semua interaksi dengan sumber daya dilakukan melalui antarmuka yang seragam dan standar, biasanya menggunakan format seperti JSON atau XML.

REST API banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi modern, termasuk aplikasi web dan *mobile*, karena sifatnya yang ringan, fleksibel, dan mudah diintegrasikan dengan berbagai sistem. Dalam konteks sistem *monitoring* perangkat IoT, REST API memungkinkan data sensor dikirimkan secara efisien

dari perangkat ke server untuk dianalisis dan ditampilkan secara *real-time*.

2.1.3 Metode Waterfall

Menurut (Saravanos, 2023) Metode *waterfall* adalah metode yang paling banyak digunakan untuk tahap pengembangan. Metode *Waterfall* merupakan pendekatan SDLC paling awal yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak. Model *waterfall* ini juga dikenal dengan nama model tradisional atau model klasik. Model air terjun (*waterfall*) sering juga disebut model sekuensial linier (*sequential linear*) atau alur hidup klasik (*Classic cycle*). Model air terjun ini menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial terurut dimulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian dan tahap pendukung (*support*)

Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian ini adalah dengan pengembangan metode *waterfall*. Metode *waterfall* merupakan model pengembangan sistem informasi yang sistematis dan sekuensial. Metode *Waterfall* memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut :

- 1) *Requirements analysis and definition* Layanan sistem, kendala, dan tujuan ditetapkan oleh hasil konsultasi dengan pengguna yang kemudian didefinisikan secara rinci dan berfungsi sebagai spesifikasi sistem.
- 2) *System and software design* Tahapan perancangan sistem mengalokasikan kebutuhan-kebutuhan sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak dengan membentuk arsitektur sistem secara keseluruhan. Perancangan perangkat lunak melibatkan identifikasi dan penggambaran abstraksi sistem dasar perangkat lunak dan hubungannya.
- 3) *Implementation and unit testing* Pada tahap ini, perancangan perangkat lunak direalisasikan sebagai serangkaian program atau unit program. Pengujian melibatkan verifikasi bahwa setiap unit memenuhi spesifikasinya.
- 4) *Integration and system testing* Unit-unit individu program atau program digabung dan diuji sebagai sebuah sistem lengkap untuk

memastikan apakah sesuai dengan kebutuhan perangkat lunak atau tidak. Setelah pengujian, perangkat lunak dapat dikirimkan ke *customer*

- 5) *Operation and maintenance* Biasanya (walaupun tidak selalu), tahapan ini merupakan tahapan yang paling panjang. Sistem dipasang dan digunakan secara nyata.

2.1.4 RFID

RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk membaca dan menulis data pada suatu tag yang melekat pada objek. Sistem ini terdiri dari tiga komponen utama: *tag* RFID, *reader*, dan sistem *backend*. Reader akan memancarkan sinyal RF untuk mengaktifkan *tag*, dan *tag* akan merespons dengan mengirimkan data yang tersimpan di dalamnya kembali ke *reader*. Data ini kemudian diproses oleh sistem *backend* untuk digunakan dalam berbagai aplikasi. (Siregar et al., 2023)



Gambar 2.1 USB RFID

RFID memungkinkan proses identifikasi dilakukan secara cepat, akurat, dan tanpa kontak langsung. Dalam konteks otomatisasi peminjaman ruangan dan laboratorium, RFID dapat menggantikan sistem manual seperti kunci fisik atau pencatatan berbasis kertas. Ini dapat meningkatkan efisiensi operasional,

mengurangi kemungkinan kehilangan data, serta memberikan keamanan dan kemudahan akses yang lebih baik bagi pengguna.

Komponen Sistem RFID:

- 1) *Tag* RFID: Dapat bersifat aktif (memiliki baterai internal) atau pasif (mengandalkan energi dari sinyal *reader*). *Tag* ini menyimpan data unik untuk identifikasi objek.
- 2) *Reader* RFID: Bertugas membaca data dari *tag*. *Reader* biasanya terhubung ke sistem *backend* untuk pemrosesan lebih lanjut.
- 3) *Middleware* dan *Backend System*: Mengelola komunikasi antara *reader* dan sistem manajemen data, seperti sistem peminjaman atau kontrol akses.

2.1.5 Raspberry Pi

Raspberry Pi (juga dikenal sebagai RasPi) adalah sebuah SBC (*Single Board Computer*) seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris (UK) dengan maksud awal untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah. Pada generasinya saat ini, yaitu Raspberry Pi 5, perangkat ini menggunakan *System On a Chip* (SoC) *Broadcom* BCM2712 yang ditenagai oleh prosesor 2.4GHz *quad-core* 64-bit Arm Cortex-A76. Perangkat ini juga telah dilengkapi dengan peningkatan grafis dari GPU *VideoCore* VII serta dukungan kapasitas RAM LPDDR4X yang tersedia hingga 8GB. Perangkat ini tidak menggunakan hard disk konvensional, melainkan menggunakan *slot MicroSD Card* untuk proses *booting* dan penyimpanan data jangka panjang, serta kini memiliki dukungan antarmuka Pcle 2.0 untuk tambahan penyimpanan SSD NVMe berkecepatan tinggi (Fezari & Al-dahoud, 2023). Tampilan fisik dari perangkat ini dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.2 Mikrokomputer Raspberry Pi

2.1.6 Solenoid Lock Door

Solenoid Door Lock merupakan aktuator elektromekanik yang dirancang secara khusus untuk kebutuhan sistem penguncian pintu elektronik. Perangkat ini beroperasi berdasarkan dua jenis konfigurasi utama, yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). Pada sistem kerja tipe NC, aktuator akan bergerak menutup atau memanjang saat dialiri arus listrik, sedangkan tipe NO memiliki prinsip kerja yang berlawanan. Mayoritas pengunci pintu jenis ini membutuhkan tegangan operasional sebesar 12V DC, meskipun terdapat pula varian 5V DC yang dapat dikendalikan secara langsung melalui *pin Output IC digital*. Dalam pengaplikasiannya, penggunaan tipe 12V DC mengharuskan adanya penambahan komponen *relay* sebagai sakelar pengontrol arus, serta catu daya (*power supply*) eksternal 12V agar sistem dapat beroperasi dengan optimal (Hakim et al., 2023) Tampilan fisik dari perangkat ini dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar2.3 Solenoid Lock Door

2.1.7 Black Box Testing

Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsi-fungsi pada sistem tanpa perlu mengetahui struktur kode /

logika kodingan dari aplikasi tersebut. Metode ini mengevaluasi perangkat lunak berdasarkan *input* dan *output* yang diharapkan, untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Metode ini memiliki kelebihan berupa menemukan kesalahan pada sisi fungsional meskipun tidak melibatkan pemeriksaan terhadap kode sumber. Namun demikian, terdapat kekurangan berupa ketidakmampuan metode ini dalam mendeteksi kesalahan pada level internal kode program. Oleh karena itu, metode ini akan lebih efektif jika dikombinasikan dengan teknik pengujian lainnya guna memperoleh hasil evaluasi sistem yang lebih menyeluruh. *Black Box Testing* sangat sesuai digunakan untuk menguji tampilan antarmuka pengguna serta interaksi antar bagian dalam sistem (Alfrida et al., 2025).

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dilakukan untuk mendapat pemahaman yang lebih baik dan sebagai sumber ide dan referensi untuk proyek akhir ini. Hasil penelitian sebelumnya, metode, temuan, atau pendekatan akan dibandingkan dengan penelitian saat ini. Dengan membandingkan penelitian ini, diharapkan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang metode yang digunakan dan keunggulannya. Penelitian ini digunakan juga untuk mengetahui bagaimana metode dapat diterapkan dalam proyek pengembangan sistem peminjaman ruangan.

Penelitian dilakukan (Hari Mulyanto¹, Joni Maulindar², 2025) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Peminjaman Peralatan Laboratorium Menggunakan RFID Berbasis IoT”. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih digunakannya formulir kertas dalam pencatatan peminjaman peralatan laboratorium yang dinilai tidak efisien, rawan hilang, dan boros kertas. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan *RFID Tag* yang ditempelkan pada peralatan laboratorium, *RFID Reader* berbasis NodeMCU ESP8266 untuk membaca data peralatan dan kartu mahasiswa, serta *Google Sheets* sebagai media penyimpanan data secara digital dan *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja optimal dengan jarak baca minimum 3 cm antara *RFID Reader* dan *RFID Tag*, serta mampu mencatat data peminjaman seperti ID alat, nama alat, merk, tipe, lokasi, NIM, nama peminjam, dan nomor telepon ke dalam *Google Sheets* secara otomatis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan RFID berbasis IoT dapat mempermudah proses peminjaman peralatan laboratorium, meningkatkan efisiensi administrasi,

serta mengurangi ketergantungan pada formulir kertas.

Penelitian kedua yang dilakukan oleh (M.Al-Qorni, 2022) dari Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer dari Politeknik Caltex Riau dengan judul “Rancang Bangun *Smart Lock* untuk Ruang Kelas Menggunakan *RFID Card*” berfokus pada pengembangan sistem kunci pintar (*smart lock*) untuk ruang kelas dengan memanfaatkan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) sebagai metode otentikasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan perancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak secara terpadu. Dari sisi perangkat keras, penelitian ini memanfaatkan modul RFID sebagai media identifikasi kartu, mikrokontroler sebagai pengolah data, serta aktuator kunci elektronik untuk mekanisme buka-tutup pintu. Sementara dari sisi perangkat lunak, sistem dikembangkan untuk mendukung proses validasi kartu, pengolahan data identitas, serta komunikasi antara modul RFID dengan perangkat kunci elektronik.

Dalam tahap pengembangan, metode yang digunakan mengacu pada pendekatan rekayasa perangkat keras berbasis *prototyping*, yaitu membangun model sistem dalam bentuk prototipe, menguji, kemudian menyempurnakan sesuai kebutuhan. Pendekatan ini memungkinkan penelitian dapat fokus pada pencapaian fungsi utama, yakni bagaimana sistem mampu membaca data kartu RFID, memvalidasi identitas, dan mengendalikan aktuator kunci secara tepat. Adapun untuk tahap pengujian, penelitian ini menggunakan *black box testing* fungsional berbasis skenario penggunaan RFID. Metode ini dipilih karena pengujian diarahkan untuk memastikan fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan tanpa memperhatikan detail kode atau logika internal program. Beberapa skenario pengujian yang dilakukan diantaranya, pengujian RFID *reader*, pengujian validasi kartu, pengujian aktuator kunci elektronik dan pengujian integrasi sistem.

Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa sistem *smart lock* yang dibangun mampu bekerja dengan baik sesuai kebutuhan, di mana seluruh skenario pengujian berhasil dijalankan tanpa kendala berarti. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan *black box testing* berbasis skenario RFID dapat menjadi metode yang tepat dalam menguji sistem keamanan berbasis perangkat IoT, khususnya untuk kebutuhan manajemen akses ruang kelas.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Firman (Yudianto et al., 2023). Penelitian ini

bertujuan merancang sistem informasi peminjaman ruangan di ruangan pada PT. Multi Aneka Pangan Nusantara untuk meningkatkan efisiensi administrasi peminjaman. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah RAD (*Rapid Application Development*), yang memprioritaskan pengembangan cepat dengan keterlibatan aktif pengguna. Keunggulan dari penelitian ini terletak pada fleksibilitas sistem dalam penyesuaian kebutuhan pengguna dan kemudahan antarmuka yang dirancang *user-friendly*, sehingga mudah dioperasikan oleh staf administrasi.

Penelitian keempat dilakukan oleh (Puspita Sari et al., 2023). Penelitian ini mengembangkan sistem informasi berbasis web untuk memfasilitasi peminjaman ruangan di Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura. Sistem ini dirancang dengan pendekatan SDLC (*System Development Life Cycle*) model *waterfall*, dengan fokus pada penyediaan informasi ketersediaan ruangan dan alur persetujuan yang lebih tertata. Keunggulan sistem ini adalah adanya fitur cetak bukti peminjaman serta laporan peminjaman yang memudahkan *monitoring* penggunaan ruangan oleh pihak fakultas.

Penelitian kelima dilakukan oleh (Gesti et al., 2023). Penelitian ini menghasilkan sistem berbasis web untuk peminjaman ruangan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Data Universitas Sebelas Maret. Sistem ini dikembangkan dengan *framework* Laravel dan Bootstrap untuk mendukung tampilan antarmuka yang responsif. Metode pengembangan menggunakan *waterfall* dengan tambahan validasi dari pihak fakultas. Keunggulan utama dari sistem ini adalah keamanan data melalui autentikasi *login*, fitur pengingat jadwal peminjaman, dan laporan penggunaan ruangan yang terintegrasi dengan sistem akademik fakultas.

Tabel 2.1 Perbandingan variabel penelitian

No.	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1	(Hari Mulyanto ¹ , Joni Maulindar ² , 2025)	Rancang Bangun Sistem Peminjaman Peralatan Laboratorium Menggunakan RFID Berbasis IOT	<i>Prototype</i>	Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja optimal dengan jarak baca minimum

				3 cm antara RFID Reader dan RFID Tag, serta mampu mencatat data peminjaman seperti ID alat, nama alat, merk, tipe, lokasi, NIM, nama peminjam, dan nomor telepon ke dalam Google Sheets secara otomatis.
2	(M.Al-Qorni, 2022)	Rancang Bangun <i>Smart Lock</i> Untuk Ruang Kelas Menggunakan RFID Card	Prototype	Penelitian ini memberikan kontribusi dalam penerapan teknologi IoT untuk keamanan ruang kelas dan dapat menjadi referensi penting dalam pengembangan sistem otomatisasi peminjaman laboratorium berbasis RFID.
3	(Yudianto et al., 2023)	Perancangan sistem informasi peminjaman ruangan pada PT. Multi Aneka Pangan Nusantara	<i>Rapid Application Development</i> (RAD)	Menghasilkan sistem fleksibel dan <i>user-friendly</i> , mendukung efisiensi administrasi peminjaman serta penyesuaian

				kebutuhan pengguna.
4	(Puspita Sari et al., 2023)	Sistem Informasi Peminjaman Ruang Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura	<i>Waterfall</i>	Menghasilkan sistem dengan fitur cetak bukti peminjaman, laporan peminjaman, dan informasi ketersediaan ruangan yang terstruktur.
5	(Gesti et al., 2023)	Sistem Peminjaman Ruang Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Data Universitas Sebelas Maret Berbasis Web	<i>Waterfall</i>	Menghasilkan sistem berbasis Laravel dengan autentikasi login, pengingat jadwal peminjaman, dan laporan penggunaan ruangan terintegrasi sistem akademik.
6	(Penelitian yang diusulkan, 2025)	Pemanfaatan Teknologi Rest Api Menggunakan Rfid Untuk Otomatisasi Peminjaman Laboratorium (Studi Kasus Politeknik Caltex Riau)	<i>Waterfall</i>	Menghasilkan Sistem yang menggunakan teknologi REST API dan memanfaatkan RFID untuk efisiensi dalam peminjaman Laboratorium.

Dari lima penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa implementasi sebuah sistem untuk melakukan sistem Pemanfaatan Teknologi REST API Menggunakan RFID untuk Otomatisasi Peminjaman Laboratorium dan Ruang

efektif dalam meningkatkan kemudahan mahasiswa dalam melakukan peminjaman ruangan. Namun dapat dilihat pada penelitian terdahulu bahwa belum ada pengembangan sebuah sistem peminjaman ruangan yang terintegrasi dengan *RFID Card* dan *RFID Reader*. Oleh karena itu, penelitian yang diusulkan bertujuan untuk mengisi gap tersebut dengan menerapkan teknologi RFID sebagai teknologi untuk merancang dan membangun sebuah sistem peminjaman ruangan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

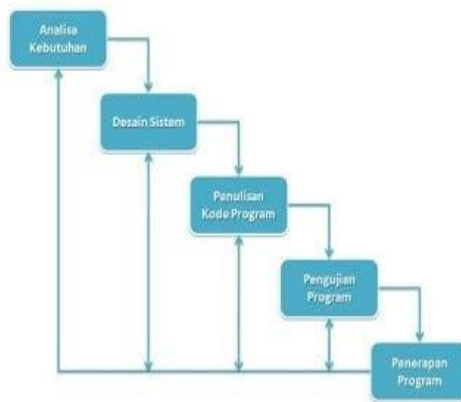
3.1 Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan langkah awal untuk menemukan permasalahan yang akan dipecahkan dalam perancangan suatu aplikasi. Analisis ini sangat penting dilakukan oleh seorang *system analyst* agar sistem yang dibangun benar-benar menjawab kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil observasi, kuesioner, dan wawancara yang dilakukan di Politeknik Caltex Riau, diperoleh fakta bahwa proses peminjaman laboratorium masih dilakukan secara manual menggunakan formulir kertas. Proses manual ini menyebabkan keterlambatan dalam persetujuan, kesulitan dalam memantau ketersediaan laboratorium, serta risiko hilangnya dokumen peminjaman.

3.2 Hasil Analisa

Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh keputusan untuk merancang dan membangun Sistem Peminjaman Laboratorium Berbasis Web dengan Integrasi RFID dan REST API. Sistem ini diharapkan mampu mempermudah mahasiswa dalam mengajukan peminjaman laboratorium, mempercepat proses persetujuan sesuai level yang berlaku (laboran, ketua jurusan, hingga wakil direktur), serta memberikan kemudahan dalam proses validasi akses dengan kartu RFID. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses peminjaman laboratorium menjadi lebih efisien, aman, dan terdokumentasi secara digital.

Metode pembangunan sistem yang digunakan adalah *System Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *Waterfall*. Model ini dipilih karena memberikan pendekatan yang sistematis dan berurutan, dimulai dari tahap analisis kebutuhan hingga implementasi dan pemeliharaan.



Gambar 3.1 Alur Metode *Waterfall*

Adapun tahapan dalam metode *Waterfall* yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) *Requirement Gathering and Analysis*

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan kebutuhan melalui observasi, kuesioner kepada mahasiswa, serta wawancara dengan kepala laboratorium dan pengelola. Dari hasil tersebut diperoleh kebutuhan bahwa sistem harus mampu menyediakan *form* peminjaman secara *online*, menampilkan status ketersediaan laboratorium, mengatur proses persetujuan sesuai regulasi, serta terintegrasi dengan perangkat RFID dan *smart lock* untuk otomatisasi akses.

2) *Desain*

Pada tahap ini dibuat perancangan sistem secara keseluruhan yang meliputi desain arsitektur sistem, perancangan *database* (ERD, struktur tabel), hingga diagram *use case* dan *flowchart* yang menggambarkan alur sistem.

3) *Implementasi*

Desain sistem kemudian diubah menjadi kode program. Pada tahap ini dikembangkan aplikasi berbasis web menggunakan *framework* modern, serta dilakukan integrasi REST API dengan perangkat IoT berbasis Raspberry Pi 5 untuk komunikasi dengan RFID reader dan *smart door lock*.

4) *Integration & Testing*

Tahap ini melibatkan penggabungan modul-modul yang telah dibuat, baik sisi web maupun IoT. Pengujian dilakukan dengan metode *Black Box*

Testing untuk menguji fungsionalitas sistem serta pengujian IoT untuk memastikan integrasi RFID, REST API, dan *smart lock* berjalan sesuai kebutuhan.

5) Verifikasi

Pada tahap ini sistem diuji oleh pengguna (laboran/kepala laboratorium) untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan regulasi peminjaman di kampus.

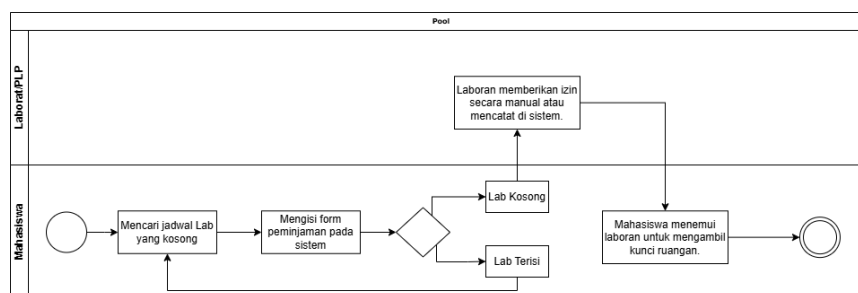
6) *Operation & Maintenance*

Setelah sistem diimplementasikan, dilakukan instalasi dan pemeliharaan secara berkala agar sistem tetap berjalan optimal. Pemeliharaan juga mencakup update fitur sesuai kebutuhan pengguna di kemudian hari

3.3 Proses Bisnis *As-Is*

Sebelum adanya sistem otomatis, proses peminjaman laboratorium di Politeknik Caltex Riau masih dilakukan secara manual. Mahasiswa atau dosen yang ingin meminjam laboratorium harus datang ke bagian administrasi untuk mengambil dan mengisi formulir kertas. Formulir tersebut kemudian diverifikasi dan disetujui oleh pengelola sesuai regulasi peminjaman, yaitu: Level 1 (hari kerja 07.00–16.00, disetujui Laboran/Kepala Lab), Level 2 (hari kerja 17.00–22.00, disetujui hingga Ketua Jurusan), dan Level 3 (akhir pekan atau di luar jam kerja, disetujui hingga Wakil Direktur).

Seluruh proses verifikasi, pengecekan ketersediaan laboratorium, dan pencatatan peminjaman masih dilakukan manual, sehingga sering menimbulkan antrean, keterlambatan persetujuan, serta tidak jelas status ketersediaan laboratorium. Proses ini juga rawan kesalahan, termasuk risiko formulir hilang atau rusak.

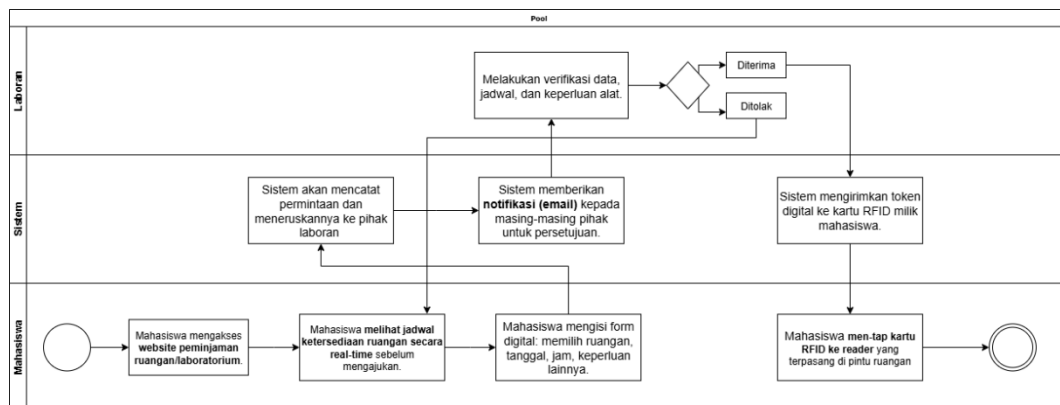


Gambar 3.2 Proses Bisnis Peminjaman Sebelum Menggunakan Sistem

3.4 Proses Bisnis To-Be

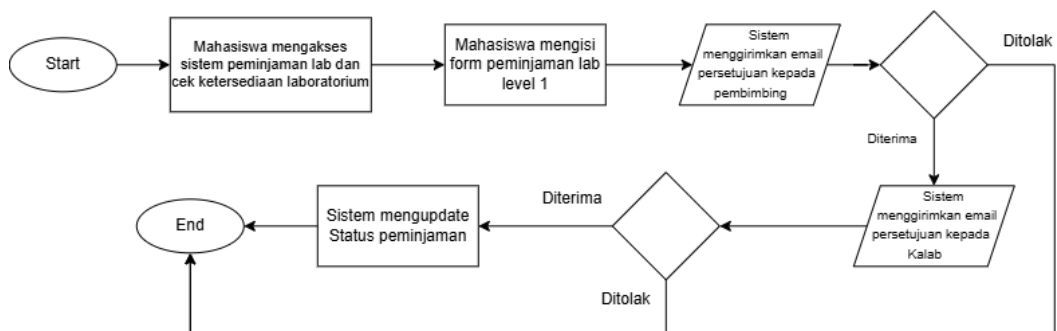
Setelah implementasi sistem berbasis web dan RFID, proses peminjaman laboratorium di Politeknik Caltex Riau menjadi lebih terstruktur dan efisien. Mahasiswa yang ingin meminjam laboratorium cukup mengakses sistem peminjaman *online* dan mengisi formulir digital. Permohonan tersebut kemudian divalidasi sesuai regulasi peminjaman: Level 1 (hari kerja 07.00–16.00, disetujui Laboran/Kepala Lab), Level 2 (hari kerja 17.00–22.00, disetujui hingga Ketua Jurusan), dan Level 3 (akhir pekan atau di luar jam kerja, disetujui hingga Wakil Direktur).

Jika permohonan disetujui, sistem secara otomatis mengirimkan *token* akses ke kartu RFID milik mahasiswa. Dengan *token* tersebut, mahasiswa dapat langsung membuka pintu laboratorium yang dipinjam menggunakan RFID *reader* yang terpasang. Seluruh data peminjaman tercatat secara otomatis dalam sistem, sehingga proses menjadi lebih cepat, transparan, aman, dan memudahkan pengelola dalam *monitoring* serta dokumentasi.



Gambar 3.3 Proses Bisnis Peminjaman Setelah Menggunakan Sistem

3.5 Flowchart Alur Peminjaman Laboratorium menggunakan Sistem



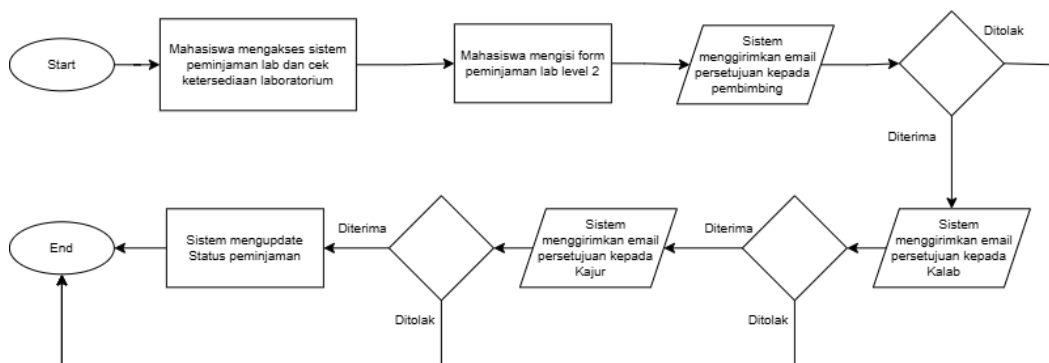
Gambar 3.4 Alur Flowchart Peminjaman level 1

Alur pengajuan peminjaman laboratorium untuk kategori Level 1 dimulai

ketika mahasiswa mengakses sistem guna melakukan pengecekan ketersediaan ruangan laboratorium. Setelah memastikan bahwa laboratorium yang dituju tersedia pada jadwal yang diinginkan, mahasiswa melanjutkan proses dengan mengisi kelengkapan data pada formulir peminjaman Level 1 di dalam sistem.

Setelah formulir dikirimkan (*submit*), sistem akan merespons pengajuan tersebut secara otomatis dengan mengirimkan *email* notifikasi permohonan persetujuan kepada Dosen Pembimbing. Pada tahap ini, terjadi proses validasi keputusan tingkat pertama. Apabila Pembimbing menolak permohonan tersebut, maka proses pengajuan langsung dibatalkan dan alur berakhir. Namun, apabila Pembimbing menyetujui pengajuan tersebut, sistem akan meneruskan proses administrasi dengan mengirimkan *email* permohonan persetujuan kepada Kepala Laboratorium (KaLab).

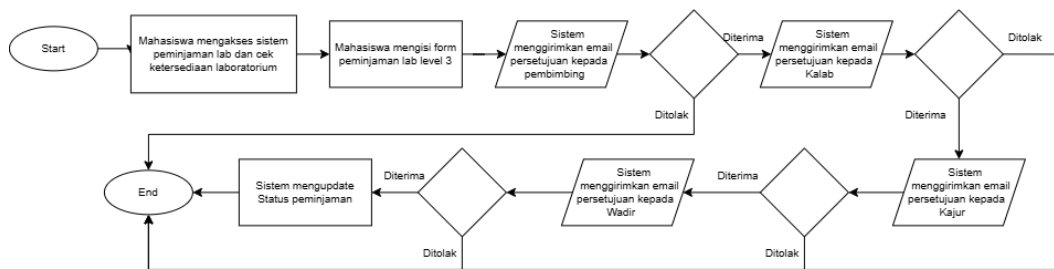
Tahap validasi akhir pada alur ini bergantung pada keputusan KaLab. Jika KaLab menolak pengajuan tersebut, maka proses peminjaman dihentikan dan dinyatakan selesai. Sebaliknya, jika KaLab memberikan persetujuan, sistem akan secara otomatis memperbarui (*update*) status peminjaman menjadi disetujui. Pembaruan status ini sekaligus menandakan bahwa seluruh rangkaian proses pengajuan peminjaman laboratorium Level 1 telah berhasil diselesaikan.



Gambar 3.5 Alur *Flowchart* Peminjaman level 2

Alur pengajuan peminjaman laboratorium untuk kategori Level 2 diawali dengan mahasiswa mengakses sistem untuk mengecek ketersediaan ruangan dan dilanjutkan dengan mengisi kelengkapan formulir peminjaman Level 2. Setelah formulir diajukan, sistem secara otomatis akan memulai proses validasi bertingkat dengan mengirimkan *email* permohonan persetujuan pertama kepada Dosen Pembimbing. Apabila usulan tersebut disetujui, sistem akan meneruskan

permohonan persetujuan melalui *email* kepada Kepala Laboratorium (KaLab), dan selanjutnya diteruskan kembali kepada Ketua Jurusan (Kajur) sebagai otoritas validasi akhir. Jika pada salah satu tahapan tersebut pengajuan ditolak oleh pihak terkait, maka proses peminjaman akan langsung dibatalkan dan alur berakhir. Namun, apabila seluruh tahapan disetujui mulai dari Pembimbing, KaLab, hingga Kajur, maka sistem akan memperbarui status peminjaman menjadi disetujui yang sekaligus menandakan berakhirnya proses pengajuan.



Gambar 3.6 Alur *Flowchart* Peminjaman level 3

Alur pengajuan peminjaman laboratorium untuk kategori Level 3 dimulai dengan tahapan mahasiswa mengakses sistem untuk memeriksa ketersediaan ruangan yang dilanjutkan dengan pengisian kelengkapan formulir peminjaman Level 3. Setelah pengajuan dikirim, sistem secara otomatis akan menjalankan alur validasi persetujuan berjenjang yang diawali dengan pengiriman *email* permohonan kepada Dosen Pembimbing. Jika usulan tersebut disetujui, sistem secara berurutan akan meneruskan permohonan persetujuan melalui *email* kepada Kepala Laboratorium (KaLab), kemudian kepada Ketua Jurusan (Kajur), dan tahapan validasi puncak dilakukan oleh Wakil Direktur (Wadir). Apabila pada salah satu tahapan tersebut usulan ditolak oleh otoritas terkait, maka proses pengajuan akan langsung dibatalkan dan alur dinyatakan berakhir. Namun, apabila permohonan berhasil mendapatkan persetujuan penuh dari seluruh tingkatan (Pembimbing, KaLab, Kajur, hingga Wadir), maka sistem akan secara otomatis memperbarui status peminjaman menjadi disetujui, yang sekaligus menandakan bahwa proses administrasi peminjaman Level 3 telah berhasil diselesaikan.

3.6 Daftar Kebutuhan

Dalam proses perancangan sistem, tahapan identifikasi kebutuhan merupakan langkah penting untuk memastikan sistem yang dibangun mampu menjawab permasalahan pengguna. Kebutuhan sistem ini diperoleh dari hasil observasi, wawancara dengan pihak laboratorium, serta survei yang dilakukan kepada mahasiswa di Politeknik Caltex Riau. Daftar kebutuhan dibagi menjadi kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

3.6.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional menjelaskan layanan, fitur, dan fungsi utama yang harus disediakan sistem agar sesuai dengan tujuan pengembangan. Adapun kebutuhan fungsional pada sistem peminjaman laboratorium ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kebutuhan Fungsional

No	Kebutuhan Fungsional	Deskripsi
1	Autentikasi Pengguna	Sistem menyediakan fitur <i>login</i> dan <i>logout</i> sesuai hak akses (mahasiswa, laboran, ketua jurusan, wakil direktur).
2	Pengajuan Peminjaman	Mahasiswa dapat mengisi formulir digital untuk pengajuan peminjaman laboratorium.
3	Validasi & Persetujuan	Persetujuan peminjaman dilakukan sesuai regulasi level: Laboran/Kepala Lab (Level 1), Ketua Jurusan (Level 2), Wakil Direktur (Level 3).
4	Integrasi RFID	Sistem mengirimkan <i>token</i> akses ke kartu RFID mahasiswa yang disetujui.
5	Kontrol Akses Pintu	RFID <i>reader</i> membaca <i>token</i> pada kartu mahasiswa untuk membuka pintu laboratorium.
6	Pengelolaan Data	Pengelola laboratorium dapat melihat, memvalidasi, dan mengelola data peminjaman secara <i>real-time</i> .
7	<i>Monitoring</i> Status	Sistem menampilkan status ketersediaan laboratorium secara <i>real-time</i> .
8	Laporan & Dokumentasi	Sistem menghasilkan laporan peminjaman yang terdokumentasi dan dapat diakses pengelola.

3.6.2 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non-fungsional mendeskripsikan kriteria kualitas yang harus dimiliki sistem agar dapat digunakan secara optimal dan sesuai dengan ekspektasi pengguna. Kebutuhan non-fungsional pada sistem ini antara lain:

Tabel 3.2 Kebutuhan Non Fungsional

No	Kebutuhan Non-Fungsional	Deskripsi
1	Keamanan (<i>Security</i>)	Menjamin keamanan data dengan autentikasi, enkripsi <i>token</i> RFID, dan pembatasan akses.
2	Ketersediaan (<i>Availability</i>)	Sistem dapat diakses 24 jam, mendukung peminjaman di luar jam kerja.
3	Reliabilitas (<i>Reliability</i>)	Sistem beroperasi stabil, meminimalkan kegagalan pembacaan RFID, menjaga integritas data.
4	Kemudahan Penggunaan (<i>Usability</i>)	Antarmuka sederhana, intuitif, mudah digunakan mahasiswa dan pengelola.
5	Performa (<i>Performance</i>)	Proses cepat, mendukung akses <i>multi-user</i> secara bersamaan.
6	Pemeliharaan (<i>Maintainability</i>)	Sistem mudah dipelihara dan dikembangkan lebih lanjut.
7	Portabilitas (<i>Portability</i>)	Dapat diakses melalui berbagai perangkat (<i>desktop & mobile</i>) tanpa instalasi tambahan.

3.7 Model Analisa

3.7.1 Identifikasi Aktor

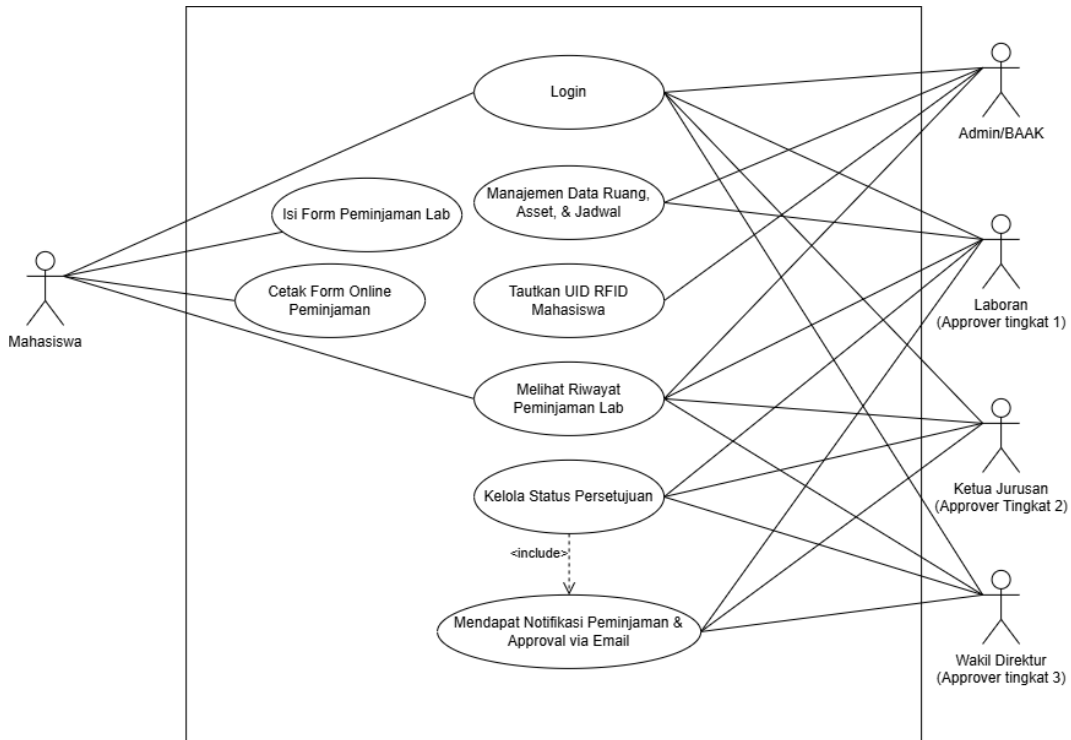
Berdasarkan proses pengumpulan kebutuhan *user* yang sebelumnya telah dilakukan, pengguna sistem peminjaman laboratorium di Politeknik Caltex Riau terdiri atas empat aktor utama yaitu: Mahasiswa, Kepala Lab, Ketua Jurusan, & Wakil Direktur.

Tabel 3.3 Identifikasi Aktor

No.	Aktor	Deskripsi
1.	Mahasiswa	1. Melihat ketersediaan laboratorium 2. Mengisi <i>form</i> peminjaman

		3. Melihat status pengajuan 4. Menerima notifikasi persetujuan 5. Tap kartu RFID untuk akses ruangan
2.	Kepala Lab	1. Melihat permintaan peminjaman 2. Memverifikasi permintaan 3. Manajemen <i>asset</i> , ruang, & jadwal 4. Menyetujui atau menolak peminjaman Level 1 5. <i>Monitoring</i> akses ruangan
3.	Ketua Jurusan	1. Melihat permintaan peminjaman 2. Memverifikasi permintaan 3. Menyetujui atau menolak peminjaman Level 2
4.	Wakil Direktur	1. Melihat permintaan peminjaman 2. Memverifikasi permintaan Menyetujui atau menolak peminjaman Level 3
5.	Admin/BAAK	1. Mentautkan UID RFID pengguna sistem 2. Manajemen <i>asset</i> , ruang, & jadwal

3.7.2 Use Case Diagram



Gambar 3.5 Use Case Diagram

Use case diagram berikut menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem peminjaman laboratorium berbasis web yang terintegrasi dengan sistem RFID. Terdapat empat aktor utama yang berinteraksi dengan sistem, yaitu Mahasiswa, Admin/BAA, Kepala Lab, Ketua Jurusan, & Wakil Direktorat. Setiap aktor memiliki hak akses dan fungsi yang berbeda sesuai peran masing-masing dalam proses peminjaman Laboratorium.

3.7.3 Use Case Scenario

Use case scenario disusun untuk memberikan gambaran lebih rinci mengenai interaksi antara aktor dengan sistem sesuai dengan fungsi yang telah digambarkan pada *use case diagram*. Setiap *use case scenario* menjelaskan alur proses, kondisi awal, kondisi akhir, hingga kemungkinan alternatif yang dapat terjadi pada saat sistem dijalankan. Dengan adanya *use case scenario*, kebutuhan fungsional sistem dapat terdokumentasi dengan baik dan menjadi acuan dalam tahap perancangan serta implementasi. Pada penelitian ini, sistem peminjaman laboratorium berbasis web dengan integrasi RFID memiliki beberapa skenario

utama yang melibatkan aktor Mahasiswa, Kepala Laboratorium, Ketua Jurusan, serta Wakil Direktur. Uraian lengkap mengenai masing-masing skenario ditampilkan pada tabel berikut.

1. Use Case: Login

Tabel 3.4 Use Case: Login

Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	<i>Login</i>
Aktor	Mahasiswa, Admin/BAAK, Kepala Lab, Ketua Jurusan, Wakil Direktur
Deskripsi	Proses autentikasi pengguna agar dapat mengakses sistem sesuai hak akses.
Pre-condition	Pengguna telah memiliki akun yang terdaftar.
Alur Normal	1. Pengguna membuka halaman <i>login</i>. 2. Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i>. 3. Sistem memverifikasi data. 4. Jika valid, pengguna masuk ke <i>dashboard</i> sesuai peran.
Alur Alternatif	Jika <i>username/password</i> salah, sistem menampilkan pesan <i>error</i> .
Post-condition	Pengguna berhasil <i>login</i> ke sistem.

2. Use Case: Manajemen Data Ruang, Asset, & Jadwal

Tabel 3.5 Use Case: Manajemen Data Ruang, Asset, & Jadwal

Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	Manajemen Data Ruang, Asset, & Jadwal
Aktor	Admin/BAAK & Kepala Lab
Deskripsi	Pengguna dapat melakukan aksi membuat, melihat, menambahkan dan menghapus data Ruang, Asset, & Jadwal pada sistem
Pre-condition	Pengguna sudah <i>login</i> ke sistem.

Alur Normal	1. Pengguna memilih menu Ruang, Asset, atau Jadwal. 2. Sistem menampilkan tabel data. 3. Pengguna memilih aksi: Tambah, Edit, atau Hapus. 4. Sistem menampilkan <i>form</i> isian atau konfirmasi hapus. 5. Pengguna mengisi <i>form</i> lalu menyimpan, atau menyetujui konfirmasi. 6. Sistem memproses data dan menampilkan notifikasi berhasil.
Post-condition	Data Ruang, Asset, atau Jadwal berhasil diperbarui pada sistem.

3. Use Case: Mengisi Form Peminjaman Laboratorium

Tabel 3.6 Use Case: Mengisi Form

Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	Mengisi <i>Form</i> Peminjaman Laboratorium
Aktor	Mahasiswa
Deskripsi	Mahasiswa mengajukan peminjaman laboratorium melalui <i>form</i> digital.
Pre-condition	Mahasiswa sudah <i>login</i> dan jadwal laboratorium tersedia.
Alur Normal	1. Mahasiswa memilih menu " <i>Form</i> Peminjaman". 2. Mengisi data (tanggal, jam, tujuan, lab yang dipilih). 3. Sistem menyimpan data dan menandai status "Menunggu Persetujuan".
Post-condition	Data peminjaman tersimpan dan menunggu persetujuan.

4. Use Case: Cetak Form Online Peminjaman

Tabel 3.7 Cetak Form Online Peminjaman

Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	Cetak Form Online Peminjaman
Aktor	Mahasiswa.
Deskripsi	Pengguna mengunduh atau mencetak dokumen bukti pengajuan peminjaman laboratorium.
Pre-condition	Pengguna sudah <i>login</i> dan memiliki riwayat pengajuan peminjaman.
Alur Normal	1. Pengguna membuka menu Riwayat Peminjaman. 2. Sistem menampilkan daftar riwayat pengajuan. 3. Pengguna menekan tombol "Cetak" pada salah satu data pengajuan. 4. Sistem menghasilkan dokumen <i>form</i> peminjaman (misal: format PDF). 5. Pengguna menyimpan atau mencetak dokumen tersebut.
Post-condition	Pengguna berhasil mendapatkan salinan dokumen <i>form</i> peminjaman.

5. Use Case: Melihat Riwayat Peminjaman Lab

Tabel 3.8 Use Case Melihat Riwayat Peminjaman Lab

Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	Melihat Riwayat Peminjaman Lab
Aktor	Mahasiswa, Admin/BAAK, Kepala Lab, Ketua Jurusan, Wakil Direktur
Deskripsi	Pengguna melihat daftar status dan detail riwayat pengajuan peminjaman laboratorium.
Pre-condition	Pengguna sudah <i>login</i> ke sistem.

Alur Normal	1. Pengguna memilih menu Riwayat Peminjaman. 2. Sistem menampilkan tabel daftar riwayat peminjaman. 3. Pengguna menekan tombol "Detail" (ikon mata) pada salah satu data. 4. Sistem menampilkan informasi lengkap terkait pengajuan dan status persetujuannya.
Post-condition	Pengguna berhasil memperoleh informasi detail dan status akhir dari riwayat peminjaman.

6. Use Case: Tautkan UID RFID Mahasiswa

Tabel 3.9 Use Case Tautkan UID RFID Mahasiswa

Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	Tautkan UID RFID Mahasiswa
Aktor	Admin/BAAK
Deskripsi	Pengguna mendaftarkan dan menautkan UID kartu RFID dengan akun mahasiswa.
Pre-condition	Pengguna sudah <i>login</i> dan perangkat <i>RFID Reader</i> terhubung dengan sistem.
Alur Normal	1. Pengguna membuka menu Data Mahasiswa. 2. Pengguna memilih mahasiswa dan menekan tombol edit/tautkan RFID. 3. Pengguna menempelkan (<i>tap</i>) kartu RFID mahasiswa pada perangkat <i>RFID Reader</i>. 4. Sistem secara otomatis membaca dan memasukkan kode UID ke dalam <i>form</i>. 5. Pengguna menekan tombol "Simpan". 6. Sistem memproses pembaruan data dan menampilkan notifikasi berhasil.
Post-condition	UID RFID berhasil tersimpan di <i>database</i> dan tertaut dengan akun mahasiswa, siap digunakan untuk akses pintu.

7. Use Case: Kelola Status Persetujuan

Tabel 3.10 Use Case Kelola Status Persetujuan

Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	Kelola Status Persetujuan
Aktor	Laboran, Ketua Jurusan, Wakil Direktur
Deskripsi	Pengguna (<i>approver</i>) memproses (menyetujui atau menolak) pengajuan peminjaman laboratorium.
Pre-condition	Terdapat pengajuan peminjaman baru dan pengguna memiliki hak akses sebagai <i>approver</i> .
Alur Normal	1. Pengguna membuka daftar antrean pengajuan pada sistem, atau membuka tautan persetujuan via <i>email</i>. 2. Sistem menampilkan detail informasi pengajuan mahasiswa. 3. Pengguna menekan tombol aksi "Setuju" atau "Tolak". 4. Sistem memperbarui tingkatan status persetujuan pada <i>database</i>. 5. Sistem otomatis mengirimkan notifikasi <i>email</i> ke mahasiswa dan <i>approver</i> selanjutnya (jika disetujui).
Post-condition	Status pengajuan berhasil diperbarui pada sistem dan notifikasi terkirim.

8. Use Case: Mendapat Notifikasi Peminjaman & Approval via Email

Tabel 3.11 Use Case Mendapat Notifikasi Peminjaman & Approval via Email

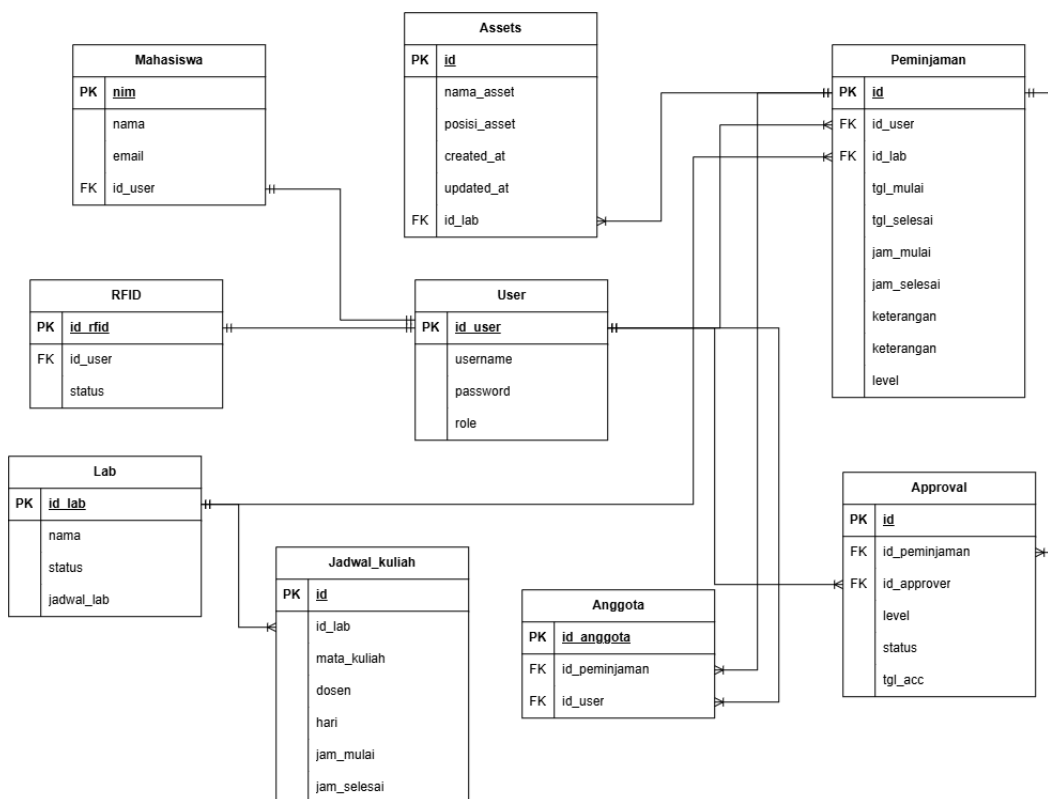
Elemen	Deskripsi
Nama Use Case	Mendapat Notifikasi Peminjaman & Approval via Email
Aktor	Laboran, Ketua Jurusan, Wakil Direktur
Deskripsi	Pengguna menerima pesan <i>email</i> secara otomatis mengenai pembaruan status pengajuan peminjaman laboratorium.

Pre-condition	Terjadi pengajuan baru atau perubahan status persetujuan (disetujui/ditolak) pada sistem.
Alur Normal	1. Sistem mendeteksi adanya pengajuan baru atau perubahan status. 2. Sistem menyusun draf pesan otomatis berisi detail pengajuan. 3. Sistem mengirimkan pesan tersebut melalui protokol <i>email</i> (SMTP). 4. Pengguna menerima dan membaca notifikasi pada kotak masuk (<i>inbox</i>) <i>email</i> masing-masing.
Post-condition	Pengguna berhasil mendapatkan informasi <i>real-time</i> mengenai status pembaruan peminjaman laboratorium

3.8 Model Design

3.8.1 Entity Relationship Diagram

Adapun *entity relationship* diagram (ERD) sesuai kebutuhan sistem dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.6 Entity Relationship Diagram

Struktur tabel dalam pengembangan sistem akan diricikan dalam tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.12 Database User

Atribut	Tipe data	Keterangan
<i>id_user</i>	<i>Int(11)</i>	<i>Primary Key</i>
<i>username</i>	<i>Varchar(255)</i>	
<i>password</i>	<i>Varchar(255)</i>	
<i>role</i>	ENUM('mahasiswa', 'laboran', 'kajur', 'wadir')	

Tabel 3.13 Database Mahasiswa

Atribut	Tipe data	Keterangan
<i>nim</i>	<i>Varchar(255)</i>	<i>Primary Key</i>
<i>nama</i>	<i>Varchar(255)</i>	
<i>email</i>	<i>Varchar(255)</i>	
<i>id_user</i>	<i>INT</i>	<i>Foreign Key (User)</i>

Tabel 3.14 Database Peminjaman

Atribut	Tipe data	Keterangan
<i>id</i>	<i>INT</i>	<i>Primary Key</i>
<i>id_user</i>	<i>INT</i>	<i>Foreign Key (User)</i>
<i>id_lab</i>	<i>Int</i>	<i>Foreign Key (Lab)</i>
<i>tgl_mulai</i>	<i>DATE</i>	
<i>tgl_selesai</i>	<i>DATE</i>	
<i>jam_mulai</i>	<i>TIME</i>	
<i>jam_selesai</i>	<i>TIME</i>	
<i>keterangan</i>	<i>text</i>	
<i>level</i>	<i>ENUM(1,2,3)</i>	

Tabel 3.15 Database Approval

Atribut	Tipe data	Keterangan
id	INT	Primary Key
id_peminjaman	INT	Foreign Key (Peminjaman)
id_approver	INT	Foreign key (User)
level	ENUM(1,2,3)	
status	ENUM (<i>'pending', 'approved', 'rejected'</i>)	
tgl_acc	DATETIME	

Tabel 3.16 Database RFID

Atribut	Tipe data	Keterangan
<i>id_rfid</i>	INT	Primary Key
<i>id_user</i>	INT	Foreign Key (User)
<i>status</i>	ENUM('aktif','nonaktif')	

Tabel 3.17 Database Lab

Atribut	Tipe data	Keterangan
id_lab	INT	Primary Key
nama	VARCHAR(100)	
status	ENUM('tersedia','dipinjam')	

Tabel 3.18 Database Anggota

Atribut	Tipe data	Keterangan
id_anggota	INT	Primary Key
id_peminjaman	INT	Foreign Key (Peminjaman)
id_user	INT	Foreign Key (User)

Table 1Tabel3.19 Database Asset

Atribut	Tipe data	Keterangan
id	bigint	Primary Key
nama_asset	Varchar(255)	
posisi_asset	Varchar(255)	
created_at	timestamp	
updated_at	timestamp	

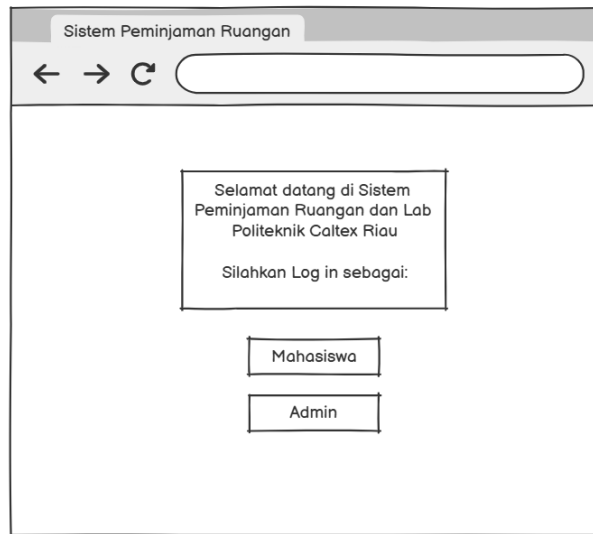
Table 2Tabel 3.20 Database jadwal kuliah

Atribut	Tipe data	Keterangan
id	bigint	Primary Key
id_lab	int	
mata_kuliah	varchar(255)	
dosen	varchar(255)	
hari	varchar(255)	
jam_mulai	time	
jam_selesai	time	

3.8.2 Desain Antar Muka

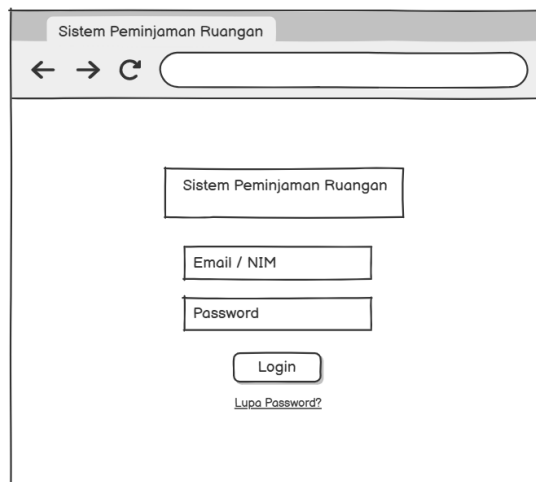
1) Tampilan Landing Page & Log In Sistem

Tampilan ini merupakan halaman pertama yang akan muncul jika pengguna atau pengunjung membukan / menjalankan sistem. Dan pada halaman ini terdapat pilihan untuk pengguna jika sebagai Laboran ataupun pihak dari BAAK akan memilih *Admin* untuk *Log In*. Jika pengguna Adalah mahasiswa maka akan memilih opsi Mahasiswa untuk *Log In* ke sistem.



Gambar 3.7 Tampilan *Landing Page*

Setelah memilih Peran untuk mengakses sistem, maka pengguna harus mengisi email ataupun NIM beserta *Password* untuk mengakses halaman sistem ataupun untuk melakukan peminjaman laboratorium pada sistem.



Gambar 3.8 Tampilan *Log In Sistem*

2) Tampilan *Dashboard* Sistem

Tampilan ini merupakan halaman pertama setelah pengguna melakukan *log in* pada sistem. Halaman ini berfungsi untuk melihat daftar peminjam laboratorium dengan melihat siapa saja yang sudah melakukan peminjaman laboratorium berdasarkan hari, tanggal, serta jam.

Gambar 3.9 Tampilan *Dashboard* Sistem

3) Tampilan *Form* Peminjaman Laboratorium

Tampilan ini merupakan *form* peminjaman laboratorium yang harus diisi oleh mahasiswa ketika ingin meminjam laboratorium. Data-data yang diisi disesuaikan berdasarkan prosedur peminjaman laboratorium yang ada di Politeknik Caltex Riau.

Gambar 3.10 Tampilan *Form* Peminjaman

4) Tampilan *Form* Cek Status

Tampilan ini merupakan halaman cek status laboratorium ketika mahasiswa ingin mengecek ketersediaan dari sebuah ruangan laboratorium dengan mengisi hari/tanggal, dan ruangan laboratorium

A Web Page

← → ↻

Sistem Peminjaman Lab & Ruangan
Randy Prada Mahasiswa

Dashboard

Peminjaman Ruangan

Cek Status

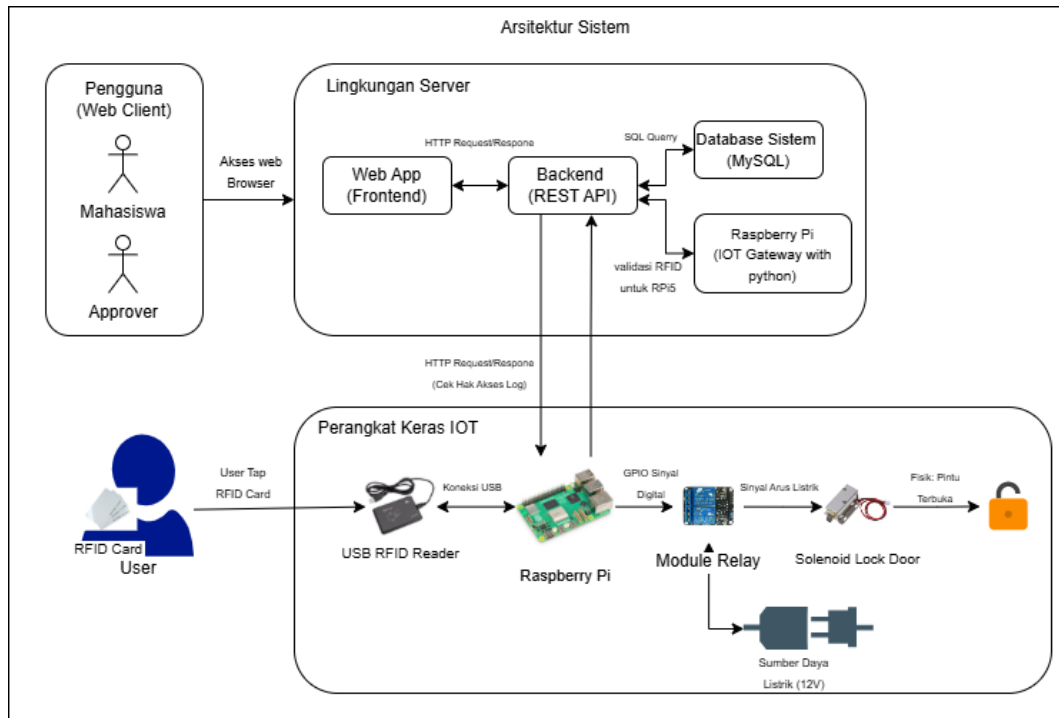
[→] Log Out

Cek Status Laboratorium

No	Laboratorium	Status	Jam Mulai	Jam Akhir
1.	R. 325	Digunakan	07:00	11:00

Gambar 3.11 Tampilan Cek Status

3.8.3 Arsitektur Sistem



Gambar 3.12 Desain Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang dirancang menggunakan pendekatan *client-server* berbasis *web*, dengan tambahan komponen *Internet of Things* (IoT) untuk mendukung proses kontrol akses ruangan secara otomatis. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu: antarmuka pengguna (*frontend*), server aplikasi (*backend REST API*), *database*, serta perangkat keras yang mencakup Raspberry Pi 5, USB RFID Reader, modul *relay*, dan *solenoid door lock*.

Peranan dari setiap komponen *software* (Web App, Backend/REST API, Database) dan komponen hardware (Raspberry Pi 5, USB RFID Reader, RFID Card, Relay, *Solenoid Door Lock*) adalah sebagai berikut:

1) Software

a. Web App (Frontend)

Digunakan oleh mahasiswa untuk melakukan pengajuan peminjaman laboratorium secara online melalui form digital, serta oleh Kepala Lab untuk mengelola jadwal, validasi, dan status peminjaman. *Web App* berinteraksi langsung dengan *Backend*

REST API, menampilkan informasi ketersediaan laboratorium, status peminjaman, dan notifikasi persetujuan secara *real-time*.

b. *Backend* (REST API)

Berfungsi sebagai penghubung utama antara *Web App*, *Database*, dan perangkat keras IoT (Raspberry Pi 5). REST API memproses setiap permintaan (*request*) dari pengguna, seperti pengajuan peminjaman, validasi persetujuan sesuai level otorisasi, hingga pendistribusian hak akses ke perangkat pembaca RFID. Selain itu, REST API juga menjadi jembatan untuk melakukan integrasi dengan API *Database*, sehingga data mahasiswa, NIM, serta data dosen dapat diverifikasi langsung dari *database* pusat kampus. Integrasi ini memastikan bahwa hanya pengguna terdaftar dan valid yang dapat melakukan peminjaman.

c. *Database*

Menyimpan seluruh data terkait, seperti data laboratorium, jadwal peminjaman, serta status persetujuan. *Database* ini juga menyimpan informasi validasi RFID yang akan digunakan oleh Raspberry Pi 5 saat mahasiswa melakukan autentikasi di pintu masuk. Karena telah terhubung dengan sistem akademik melalui BSTI, *database* dalam sistem ini tidak lagi berdiri sendiri sepenuhnya, melainkan tersinkronisasi dengan *database* pusat kampus. Hal ini menjamin konsistensi data, menghindari redundansi *input*, dan memudahkan *monitoring* serta pelaporan peminjaman laboratorium secara terintegrasi.

2) *Hardware*

a) Raspberry Pi 5 (SBC / *IoT Gateway*)

Menjadi pusat kendali komputasi (otak) dari perangkat keras sistem di lokasi laboratorium. Raspberry Pi 5 akan berkomunikasi dengan *Backend* melalui API untuk mengecek dan menentukan apakah sebuah RFID *Card* memiliki hak akses pada jadwal tersebut. Raspberry Pi 5 memproses *input* dari USB RFID *Reader*

dan mengirimkan sinyal kontrol (melalui *pin* GPIO) ke modul *Relay* jika validasi berhasil.

b) *RFID Card*

Bertindak sebagai identitas unik setiap mahasiswa yang sudah mendapat persetujuan peminjaman. Kartu ini berisi UID (*Unique Identifier*) yang akan divalidasi melalui *Database*.

c) *USB RFID Reader*

Berfungsi membaca UID dari *RFID Card* ketika mahasiswa melakukan tap pada alat di luar pintu laboratorium. Berbeda dengan modul lawas, perangkat ini terhubung langsung ke *port* USB pada Raspberry Pi 5 sehingga pembacaan data jauh lebih cepat dan stabil. Data UID yang terbaca langsung diteruskan ke Raspberry Pi 5 untuk diverifikasi.

d) *Solenoid Door Lock*

Berfungsi sebagai aktuator fisik pengunci pintu laboratorium. Jika UID dari kartu valid dan sesuai dengan jadwal peminjaman, Raspberry Pi 5 akan memicu *relay* menyala, yang kemudian mengalirkan arus listrik ke *Solenoid Door Lock*. Aliran listrik ini akan menarik lidah pengunci (secara *Normally Close*), sehingga pintu laboratorium dapat dibuka oleh mahasiswa.

e) *Relay Module*

Bertindak sebagai sakelar elektronik yang menjadi perantara antara Raspberry Pi 5 dan pengunci pintu. Karena *Solenoid Door Lock* membutuhkan tegangan dan arus listrik yang lebih besar (biasanya 12V) daripada yang bisa diberikan secara langsung oleh *pin* Raspberry Pi, modul *relay* ini bertugas untuk menyambung atau memutus arus daya dari *power supply* eksternal menuju ke pengunci pintu berdasarkan instruksi sinyal digital dari Raspberry Pi 5.

3.9 Pengujian

3.9.1 Black Box Testing

Tujuan dari pengujian *black box* pada sistem peminjaman laboratorium ini adalah untuk memastikan bahwa setiap fitur utama dalam sistem, seperti *login* pengguna, pengisian *form* peminjaman, klasifikasi level peminjaman berdasarkan waktu, proses persetujuan bertingkat (laboran, ketua jurusan, wakil direktur), akses RFID sesuai jadwal, serta pencetakan bukti peminjaman, dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan memberikan *input* tertentu pada fitur-fitur tersebut dan mengevaluasi apakah sistem menghasilkan *output* atau respon yang valid, proses peminjaman di berbagai level waktu, hingga validasi sistem terhadap percobaan akses RFID di luar jadwal, guna memastikan semua fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi.

Tabel 3.19 Pengujian *Black Box* Mahasiswa

Mahasiswa			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian
Pengajuan Peminjaman	Isi <i>form</i> lengkap & valid	Data tersimpan & status menjadi menunggu	[] Berhasil [] Tidak Berhasil
Validasi Jadwal Bentrok	Pilih jadwal yang diblokir	Sistem menolak & muncul peringatan	[] Berhasil [] Tidak Berhasil
Detail Riwayat Peminjaman	Klik tombol "Detail"	Rincian <i>form</i> & status persetujuan tampil	[] Berhasil [] Tidak Berhasil
Cetak <i>Form</i> Peminjaman	Klik tombol "Cetak"	Dokumen PDF berhasil diunduh	[] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tabel 3.20 Pengujian Black Box Laboran

Laboran			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian
Halaman <i>Login</i>	Melakukan <i>login</i>	Berhasil masuk ke halaman <i>dashboard</i>	[] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman <i>Dashboard</i>	Menampilkan data statistik	Berhasil menampilkan ringkasan data	[] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Riwayat Peminjaman	Menampilkan detail pengajuan	Berhasil menampilkan detail peminjaman	[] Berhasil [] Tidak Berhasil

Halaman Riwayat Peminjaman	Menyetujui pengajuan peminjaman	Berhasil menyetujui data peminjaman	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Halaman Riwayat Peminjaman	Menolak pengajuan peminjaman	Berhasil menolak data peminjaman	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Email Notifikasi	Menyetujui pengajuan via email	Berhasil menyetujui peminjaman dari email	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Halaman Data Lab	Menambahkan data ruang lab	Berhasil menambahkan data lab baru	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Halaman Data Aset	Menambahkan data aset lab	Berhasil menambahkan data aset baru	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Halaman Jadwal Kuliah	Menambahkan jadwal kuliah	Berhasil menambahkan jadwal baru	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Halaman <i>Dashboard</i>	Melakukan <i>logout</i>	Berhasil keluar dari sistem	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil

Tabel 3.21 Pengujian *Black Box* Kajur & Wadir

Ketua Jurusan & Wakil Direktur			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian
<i>Approval Level</i> 2 (Kajur)	Klik tombol "Setuju" oleh Kajur	Status berubah menjadi <i>approved level 2</i>	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
<i>Approval Final</i> (Wadir)	Klik tombol "Setuju" oleh Wadir	Status menjadi <i>approved</i> akhir & RFID aktif	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Tolak Pengajuan	Klik "Tolak" & masukkan alasan	Status menjadi ditolak & notifikasi terkirim	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil

Tabel 3.22 Pengujian *Black Box* Admin/BAAK

Admin/BAAK			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian
Tautkan UID RFID	Tap kartu di <i>reader</i> & klik simpan	UID tersimpan di akun mahasiswa	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Tambah Jadwal Kuliah	Isi <i>form</i> data jadwal rutin	Waktu terblokir otomatis di sistem	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Kelola Hak Akses <i>User</i>	Ubah <i>role</i> akun pengguna	Hak akses akun berubah sesuai <i>role</i> baru	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil
Cetak <i>Form</i> Peminjaman	Klik tombol "Cetak"	Dokumen PDF berhasil diunduh	☐ Berhasil ☐ Tidak Berhasil

3.9.2 Pengujian Hardware

Pengujian *hardware* dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat keras yang digunakan dalam sistem otomatisasi peminjaman laboratorium dengan teknologi RFID dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Komponen utama yang diuji meliputi perangkat USB RFID Reader, kartu/tag RFID, *Single Board Computer* (SBC) Raspberry Pi 5, modul *relay*, serta aktuator Solenoid Door Lock yang digunakan sebagai pengendali akses pintu laboratorium. Fokus pengujian diarahkan pada kemampuan USB RFID Reader dalam membaca kartu pada jarak tertentu, validasi UID (*Unique Identifier*) kartu terhadap data yang tersimpan dalam sistem, serta respons aktuator ketika modul *relay* menerima sinyal pengaktifan dari server yang diproses melalui Raspberry Pi 5.

Tujuan dari pengujian *hardware* ini adalah untuk mengetahui sejauh mana akurasi dan keandalan perangkat keras dalam kondisi nyata, sehingga dapat mendukung proses bisnis peminjaman laboratorium sesuai regulasi yang berlaku di Politeknik Caltex Riau. Proses pengujian dilakukan dengan beberapa skenario, antara lain: pengujian jarak baca USB RFID *Reader* untuk mengetahui jarak efektif pembacaan kartu dalam berbagai kondisi orientasi dan adanya penghalang, serta pengujian validasi kartu RFID untuk memastikan bahwa hanya kartu yang terdaftar

dan memiliki izin peminjaman aktif yang dapat memicu *relay* untuk mengaktifkan *Solenoid Door Lock* dan membuka pintu laboratorium.

Hasil dari pengujian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai batasan teknis dari perangkat, seperti jarak efektif maksimum pembacaan *USB RFID Reader*, kecepatan respons sistem (mulai dari pemindaian kartu hingga pergerakan pengunci *solenoid*), serta tingkat keberhasilan validasi akses. Dengan adanya hasil uji ini, perancangan sistem dapat dievaluasi lebih lanjut, baik dari segi keandalan perangkat keras secara terintegrasi maupun kelancaran komunikasi data dengan sistem perangkat lunak yang terhubung melalui REST API.

1) Rangkaian & Prosedur Pengujian Jarak Baca (*USB RFID Reader*)

Tabel 3.23 Tabel Pengujian Jarak Baca

No	UID Kartu	Jarak (cm)	Orientasi	Penghalang	Persentase Berhasil (%)	Rerata Waktu Baca (ms)	Hasil
1							Lulus/Gagal
2							Lulus/Gagal

a. Tujuan

Mengetahui jarak maksimum, stabilitas, dan konsistensi pembacaan *USB RFID Reader* terhadap berbagai kondisi pemakaian.

b. Peralatan

Raspberry pi + *USB RFID Reader*, 3–5 kartu/tag RFID (UID berbeda), penggaris/mistar (cm), stopwatch (ms), material penghalang (dompet tipis, plastik kartu, saku kain), laptop/serial monitor (log waktu & hasil).

c. Variabel Uji

1. Jarak: 0–6 cm (step 0,5–1 cm).
2. Orientasi kartu: rata lurus, 45°, 90°.
3. Penghalang: tanpa penghalang, dompet tipis, saku kain.
4. Ulangan: min. 5 kali per skenario.

d. Langkah Uji

1. Hubungkan *USB RFID Reader* ke *Raspberry pi*; aktifkan logging (mencatat UID, waktu baca ms, hasil).

2. Letakkan kartu pada jarak X cm; uji 5 kali/posisi dan catat keberhasilan.
3. Ulangi untuk orientasi dan penghalang yang berbeda.
4. Tentukan jarak efektif = jarak dengan $\geq 95\%$ keberhasilan dan waktu baca ≤ 200 ms (sesuaikan kriteria proyek)

2) Rangkaian & Prosedur Pengujian Validasi ID/UID Kartu

Tabel 3.24 Tabel Pengujian Validasi ID/UID Kartu

No	UID Kartu	Status Registrasi	Status Izin (jadwal/lab)	Expected	Observed	Waktu Respon (ms)	Status
1		Terdaftar/ Tidak	Aktif/ Nonaktif/ Salah Lab				Lulus/ Gagal
2							

a. Tujuan

Memastikan sistem hanya menerima UID yang terdaftar & berizin aktif sesuai jadwal peminjaman menolak UID tak dikenal/izin kadaluarsa.

b. Skenario

1. UID terdaftar + jadwal aktif → Diterima & buka kunci.
2. UID terdaftar + jadwal tidak aktif/expired → Ditolak.
3. UID tidak terdaftar → Ditolak.
4. UID terdaftar + coba di luar lab yang diizinkan → Ditolak.

c. Langkah Uji

1. Siapkan minimal 4 kartu: terdaftar-aktif, terdaftar-nonaktif, tidak terdaftar, terdaftar-aktif namun izin untuk lab berbeda.
2. Tap tiap kartu lalu catat response REST API/ESP32 (authorized/unauthorized), log timestamp, dan status lock.
3. Ulangi minimal 3-5 kali per kartu untuk konsistensi.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pengujian dan analisis terhadap sistem informasi peminjaman laboratorium terintegrasi IoT yang telah dibangun. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan fungsionalitas yang telah dirancang dan memenuhi kebutuhan pengguna

4.1 Implementasi Metodologi Waterfall

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *Waterfall*. Metode ini terdiri dari beberapa tahap berurutan yaitu:

4.1.1 Requirements

Tahap ini dilakukan dengan observasi dan wawancara langsung kepada pihak terkait di Politeknik Caltex Riau untuk menggali kebutuhan sistem otomasi laboratorium. Hasil dari tahap ini adalah:

- 1) Mahasiswa dapat melihat jadwal ketersediaan ruangan, melakukan pengajuan peminjaman laboratorium secara *online*, dan memantau status persetujuan.
- 2) Dosen, Kepala Lab, atau Admin dapat melihat daftar pengajuan, mengelola jadwal, serta memberikan persetujuan (*approval*) atau penolakan bertingkat.
- 3) Sistem mampu mengirimkan notifikasi otomatis melalui *email* (SMTP) kepada pihak-pihak terkait mengenai perubahan status peminjaman.
- 4) Sistem terintegrasi dengan perangkat keras IoT (Raspberry Pi 5 dan USB RFID Reader) untuk memvalidasi hak akses fisik di pintu laboratorium menggunakan kartu RFID berdasarkan data peminjaman yang telah disetujui.
- 5) Sistem memiliki fitur autentikasi berdasarkan peran (*role-based access*) untuk membedakan hak akses fungsionalitas aplikasi.

4.1.2 Design

Tahap ini meliputi perancangan arsitektur sistem, rancangan basis data, diagram

alir kerja (*workflow*), serta antarmuka untuk masing-masing pengguna (Mahasiswa, Dosen/Kepala Lab, Admin). Selain itu, dirancang pula topologi dan skematik perangkat keras IoT (Raspberry Pi 5, *Relay*, dan *Solenoid Door Lock*). Rancangan secara detail ditunjukkan pada Bab III sebelumnya.

4.1.3 Implementasi

Tahap implementasi dilakukan setelah desain disetujui. Pengkodean aplikasi *web* (*frontend* dan *backend*) dibangun menggunakan *framework* Laravel dan *database* MySQL. Sementara itu, untuk menjembatani komunikasi data perangkat keras digunakan *script* pada Raspberry Pi 5. Sistem ini memiliki 3 jenis *role* utama: Mahasiswa, Dosen/Kepala Lab, dan Admin. Sistem terdiri dari beberapa modul utama:

1. Autentikasi dan Otorisasi
2. Manajemen Data Laboratorium dan Jadwal
3. Manajemen Pengajuan dan *Approval* Peminjaman
4. Sistem Notifikasi *Email* (SMTP)
5. Integrasi IoT Gateway (Verifikasi RFID dan *Control Door Lock*)
6. *Dashboard* Laporan Peminjaman

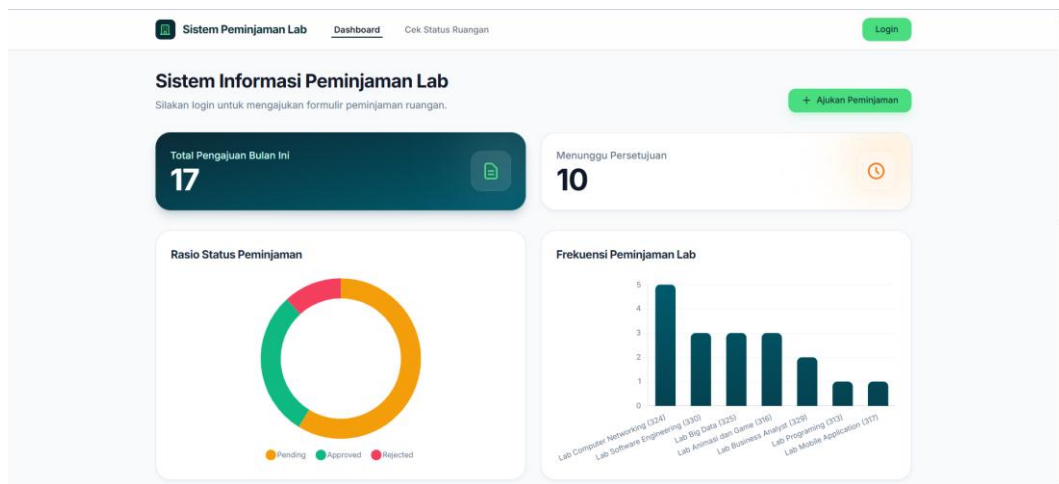
4.2 Hasil Implementasi Sistem

Sistem ini dibangun dengan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework* Laravel dan MySQL sebagai penyimpanan *database*. Berikut ini adalah hasil implementasi sistem yang telah dibangun.

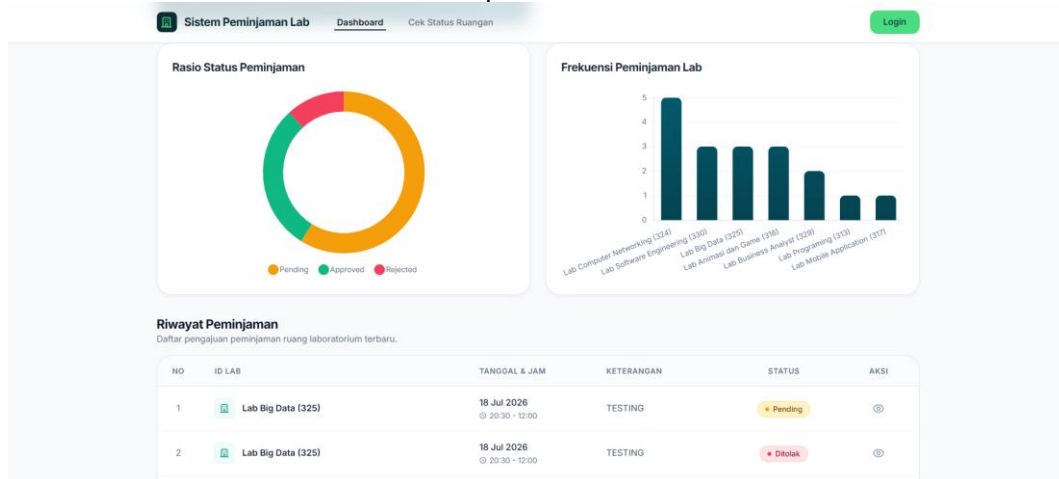
4.2.1 Halaman Landing Page

Halaman *Landing Page* merupakan antarmuka pertama yang ditampilkan ketika pengguna mengakses alamat *web* sistem peminjaman laboratorium, dan dapat diakses secara langsung tanpa perlu melakukan proses autentikasi atau *login* terlebih dahulu. Halaman ini dirancang untuk memberikan transparansi informasi kepada seluruh sivitas akademika, khususnya mahasiswa, agar dapat melakukan pengecekan ketersediaan ruangan secara praktis. Pada halaman ini, sistem menyajikan visualisasi data yang informatif, meliputi ringkasan total pengajuan bulan ini, jumlah pengajuan yang menunggu persetujuan, grafik donat (*donut chart*) yang menunjukkan rasio status peminjaman (*Pending*, *Approved*, *Rejected*), serta

grafik batang (*bar chart*) yang mengilustrasikan frekuensi peminjaman masing-masing laboratorium. Di bagian bawah, terdapat tabel "Riwayat Peminjaman" yang memuat daftar pengajuan terbaru beserta status riwayatnya. Apabila pengguna bermaksud untuk mengajukan peminjaman ruangan, sistem menyediakan tombol "+ Ajukan Peminjaman" dan tombol "Login" yang akan mengarahkan pengguna ke halaman autentikasi. Antarmuka *landing page* ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Implementasi Dashboard 1

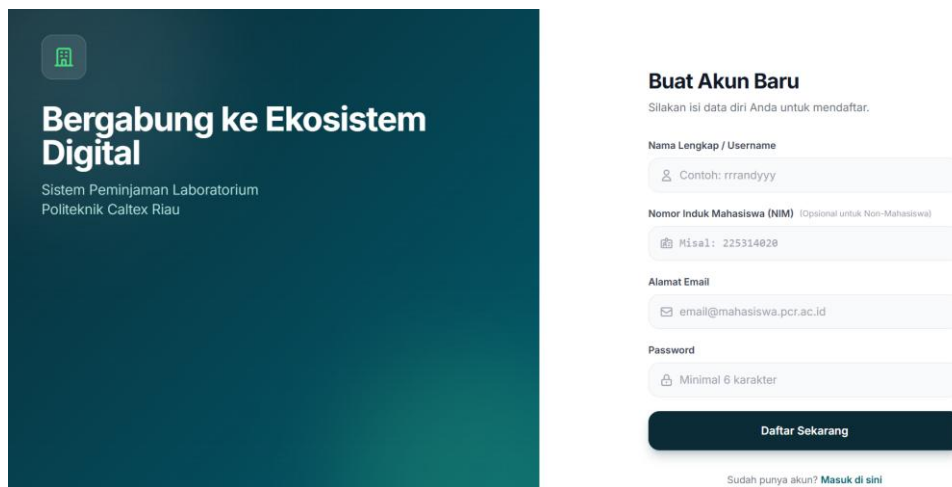


Gambar 4.2 Implementasi Dashboard 2

4.2.2 Halaman Register Akun

Halaman registrasi merupakan antarmuka awal yang ditujukan bagi pengguna baru untuk membuat akun sebelum dapat mengakses fitur-fitur pada Sistem Peminjaman Laboratorium Politeknik Caltex Riau. Pada halaman ini, pengguna

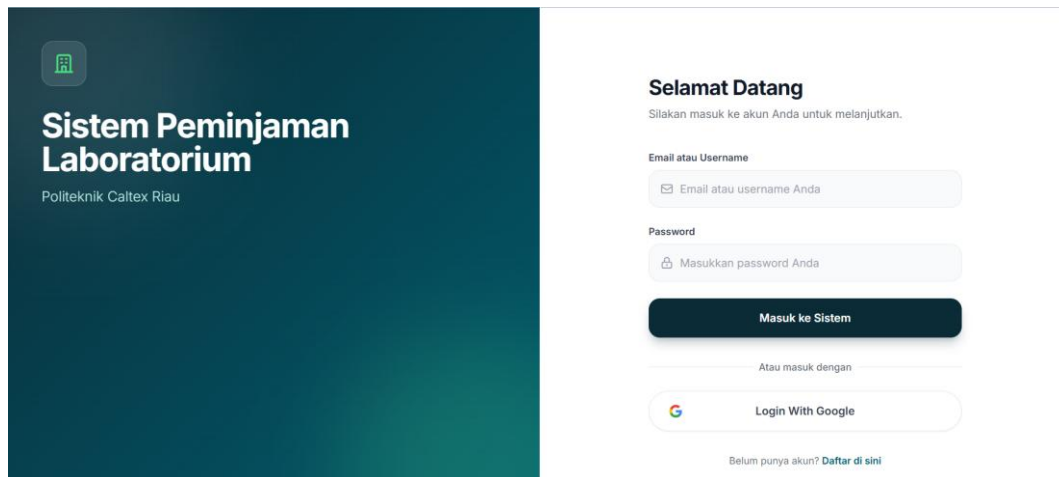
diminta untuk mengisi formulir pendaftaran yang terdiri dari beberapa atribut data diri, antara lain: Nama Lengkap atau *Username*, Nomor Induk Mahasiswa (NIM) yang dikhususkan bagi mahasiswa namun bersifat opsional bagi pengguna non-mahasiswa, Alamat Email (diutamakan menggunakan *email* domain kampus), serta kata sandi (*password*) dengan ketentuan keamanan minimal 6 karakter. Setelah seluruh data diisi dengan format yang sesuai, pengguna dapat menekan tombol "Daftar Sekarang" untuk memproses pembuatan akun baru dan menyimpannya ke dalam *database*. Antarmuka halaman registrasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Halaman Register Akun

4.2.3 Halaman Login

Halaman *login* berfungsi sebagai gerbang autentikasi utama bagi pengguna untuk mengakses fitur-fitur di dalam Sistem Peminjaman Laboratorium. Pada halaman ini, pengguna yang telah terdaftar diwajibkan untuk memasukkan kredensial berupa *Email* atau *Username* beserta kata sandi (*password*) pada kolom yang telah disediakan, kemudian menekan tombol "Masuk ke Sistem". Selain metode *login* konvensional, halaman ini juga memfasilitasi kemudahan akses dengan menyediakan fitur *Single Sign-On* (SSO) melalui tombol "Login With Google", sehingga pengguna dapat masuk secara praktis menggunakan akun Google mereka. Terdapat pula tautan "Daftar di sini" di bagian bawah halaman yang berfungsi untuk mengarahkan pengguna baru ke halaman registrasi apabila belum memiliki akun. Antarmuka halaman *login* ini dapat dilihat pada Gambar 4.4

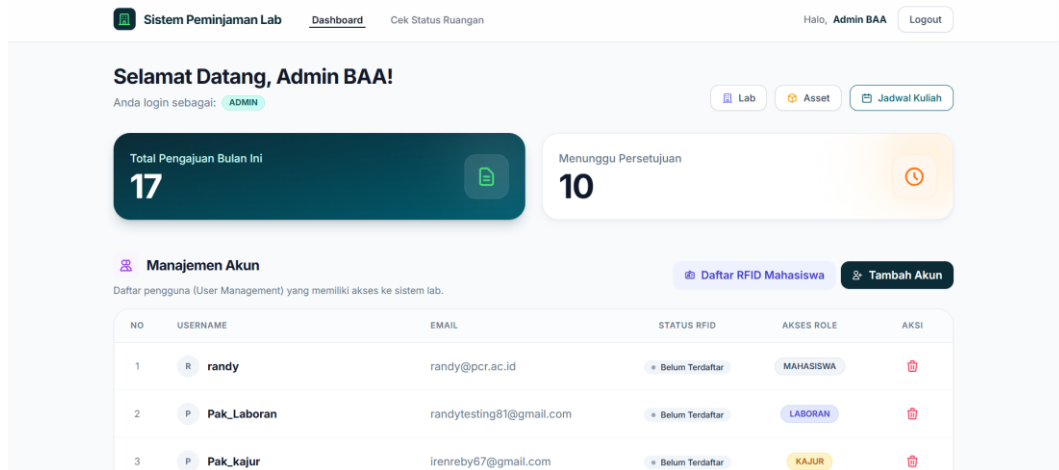


Gambar 4.4 Halaman Login

4.2.4 Halaman Dashboard Admin

Halaman *Dashboard Admin* merupakan antarmuka utama yang akan ditampilkan setelah pengguna dengan hak akses sebagai Administrator (seperti Admin BAA) berhasil melakukan proses *login*. Halaman ini berfungsi sebagai pusat kendali (*control center*) untuk memantau dan mengelola keseluruhan sistem peminjaman laboratorium. Pada bagian atas halaman, sistem menampilkan kartu informasi (*widget*) yang menyajikan data statistik ringkas secara *real-time*, seperti "Total Pengajuan Bulan Ini" dan jumlah pengajuan yang sedang "Menunggu Persetujuan". Terdapat pula beberapa tombol pintasan cepat untuk mengakses menu pengelolaan data master, yaitu Lab, *Asset*, dan Jadwal Kuliah.

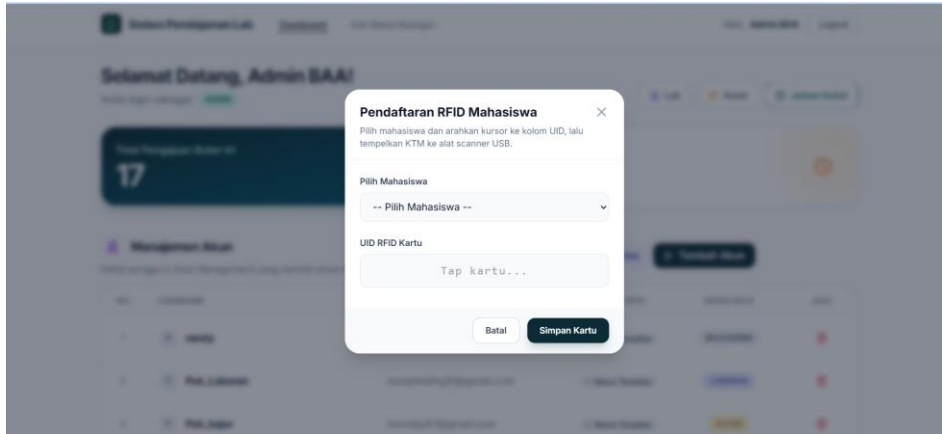
Pada bagian utama halaman, terdapat modul **Manajemen Akun** (*User Management*) yang berfungsi untuk mengelola seluruh pengguna yang memiliki akses ke sistem. Antarmuka ini menampilkan tabel yang memuat informasi detail pengguna, meliputi *Username*, *Email*, Status pendaftaran kartu RFID, serta Akses *Role* (peran pengguna seperti MAHASISWA, LABORAN, atau KAJUR). Melalui halaman ini, Admin memiliki kewenangan penuh untuk melakukan tindakan administratif, seperti menambahkan akun baru melalui tombol "Tambah Akun", memproses pendaftaran kartu fisik melalui tombol "Daftar RFID Mahasiswa", serta menghapus data pengguna melalui tombol ikon pada kolom aksi. Antarmuka halaman *dashboard* admin ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Halaman Dashboard Admin

4.2.5 Halaman Daftar RFID Mahasiswa

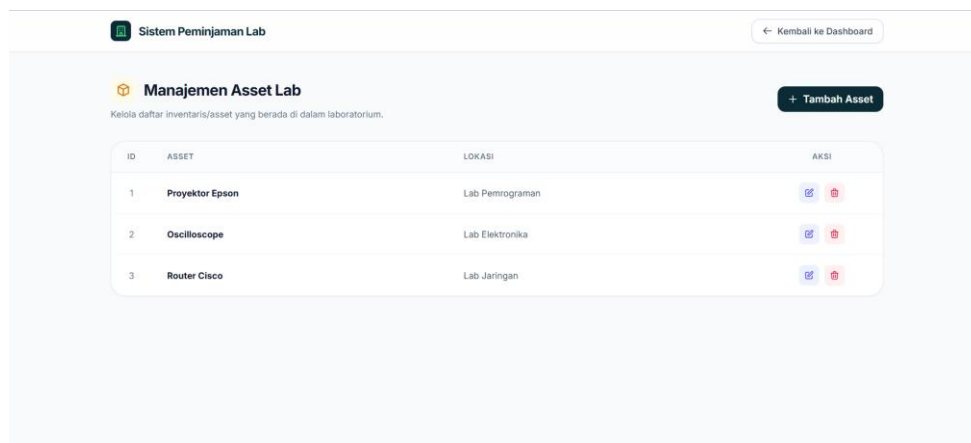
Halaman Pendaftaran RFID Mahasiswa merupakan antarmuka berupa jendela *modal* yang difungsikan untuk mengintegrasikan identitas fisik mahasiswa dengan akun digital mereka di dalam sistem. Pada proses ini, Admin BAA akan memilih nama mahasiswa yang bersangkutan melalui menu *dropdown* yang tersedia, kemudian mengarahkan kursor pada kolom "UID RFID Kartu". Selanjutnya, admin melakukan proses pemindaian (*tapping*) Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) atau kartu RFID ke perangkat *USB RFID Reader* yang telah terhubung, sehingga kode unik (*Unique Identifier/UID*) dari kartu tersebut akan secara otomatis terbaca dan terisi ke dalam kolom masukan (*input*). Setelah nomor UID muncul, admin dapat menekan tombol "Simpan Kartu" untuk menyimpan dan menautkan data kartu tersebut ke dalam *database*, yang nantinya akan digunakan sebagai kunci otentikasi untuk membuka pintu laboratorium melalui kendali *Raspberry Pi*. Antarmuka *form* pendaftaran ini dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Halaman Pendaftaran RFID Mahasiswa

4.2.6 Halaman Manajemen Asset Lab

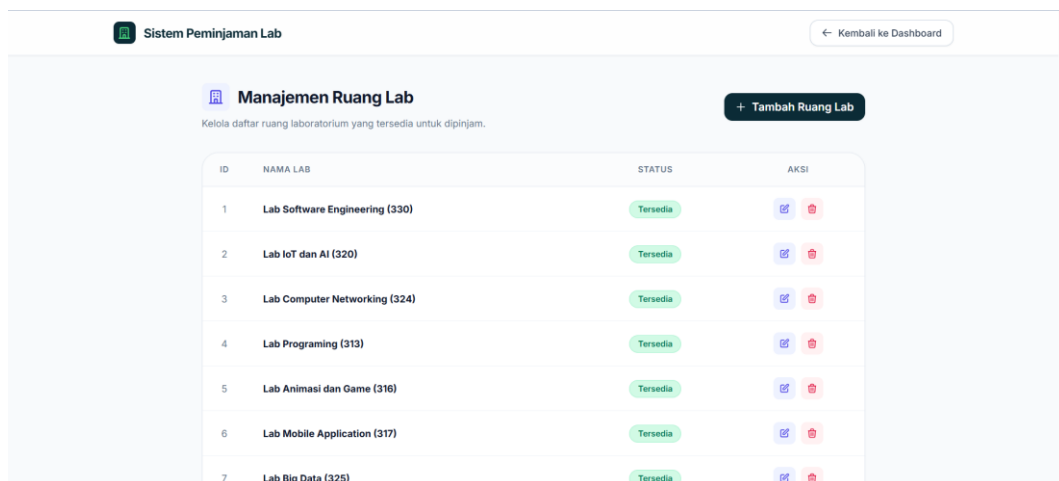
Halaman Manajemen Asset Lab merupakan antarmuka yang difungsikan bagi administrator atau laboran untuk menginventarisasi dan mengelola pendataan fasilitas serta perangkat keras yang berada di dalam masing-masing laboratorium. Pada halaman ini, sistem menyajikan tabel informasi yang terstruktur, mencakup ID, nama aset (seperti Proyektor Epson atau Router Cisco), dan lokasi spesifik penempatan aset tersebut. Pengelola sistem memiliki kendali penuh untuk menjalankan fungsi pengelolaan data (CRUD), di mana penambahan inventaris baru dapat dilakukan melalui tombol "Tambah Asset", sementara proses pembaruan (*update*) atau penghapusan (*delete*) data aset yang telah terdaftar dapat dieksekusi dengan mudah melalui tombol ikon pada kolom aksi di setiap baris data. Antarmuka pengelolaan inventaris laboratorium ini dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Halaman Manajemen Asset Lab

4.2.7 Halaman Manajemen Ruang Lab

Halaman Manajemen Ruang Lab merupakan antarmuka khusus yang disediakan bagi pengelola sistem (admin atau laboran) untuk mendata dan mengelola daftar ruangan laboratorium yang tersedia untuk dipinjamkan. Informasi pada halaman ini disajikan secara terstruktur dalam bentuk tabel yang memuat ID, Nama Lab beserta nomor ruangnya (seperti Lab Software Engineering (330) atau Lab IoT dan AI (320)), serta indikator Status ketersediaan ruangan yang divisualisasikan dengan *badge* berwarna. Untuk memfasilitasi pengelolaan data yang dinamis, sistem menyediakan tombol "Tambah Ruang Lab" untuk mendaftarkan ruangan baru, serta tombol aksi berupa ikon ubah (*edit*) dan hapus (*delete*) pada setiap baris data untuk melakukan pembaruan informasi ruangan. Antarmuka pengelolaan data ruang laboratorium ini dapat dilihat pada Gambar 4.8.



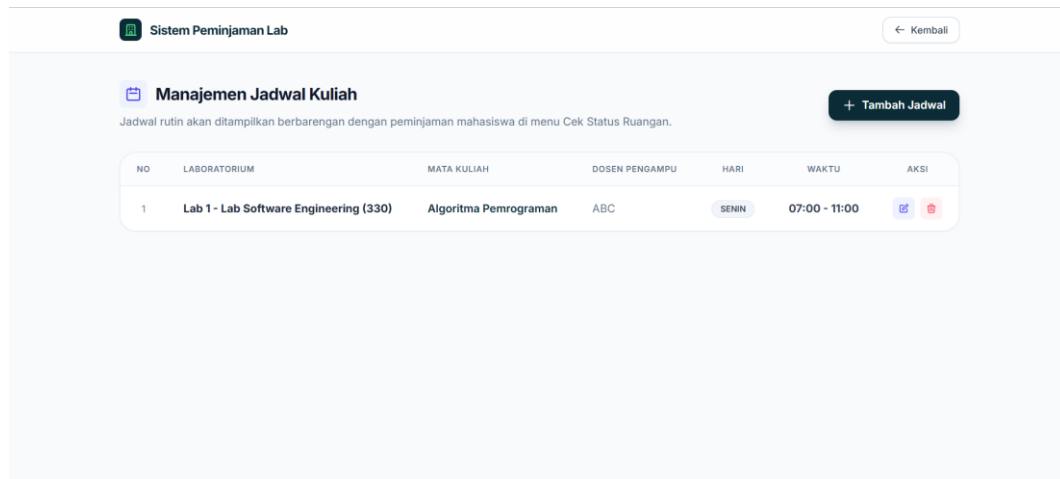
ID	NAMA LAB	STATUS	AKSI
1	Lab Software Engineering (330)	Tersedia	 
2	Lab IoT dan AI (320)	Tersedia	 
3	Lab Computer Networking (324)	Tersedia	 
4	Lab Programing (313)	Tersedia	 
5	Lab Animasi dan Game (316)	Tersedia	 
6	Lab Mobile Application (317)	Tersedia	 
7	Lab Big Data (325)	Tersedia	 

Gambar 4.8 Halaman Manajemen Ruang Lab

4.2.8 Halaman Manajemen Jadwal Kuliah

Halaman Manajemen Jadwal Kuliah merupakan antarmuka yang disediakan bagi administrator untuk mengatur dan mendata jadwal penggunaan rutin laboratorium untuk kegiatan perkuliahan akademik. Halaman ini menampilkan tabel informasi terperinci yang mencakup nama laboratorium, mata kuliah, nama dosen pengampu, hari, serta rentang waktu pelaksanaan kuliah. Data jadwal rutin yang dikelola pada halaman ini memiliki peran krusial, karena sistem akan secara otomatis mengintegrasikannya ke dalam menu pemantauan untuk mencegah terjadinya bentrok jadwal (*conflict schedule*) dengan pengajuan peminjaman oleh mahasiswa. Pengelola dapat menambahkan jadwal perkuliahan baru melalui tombol

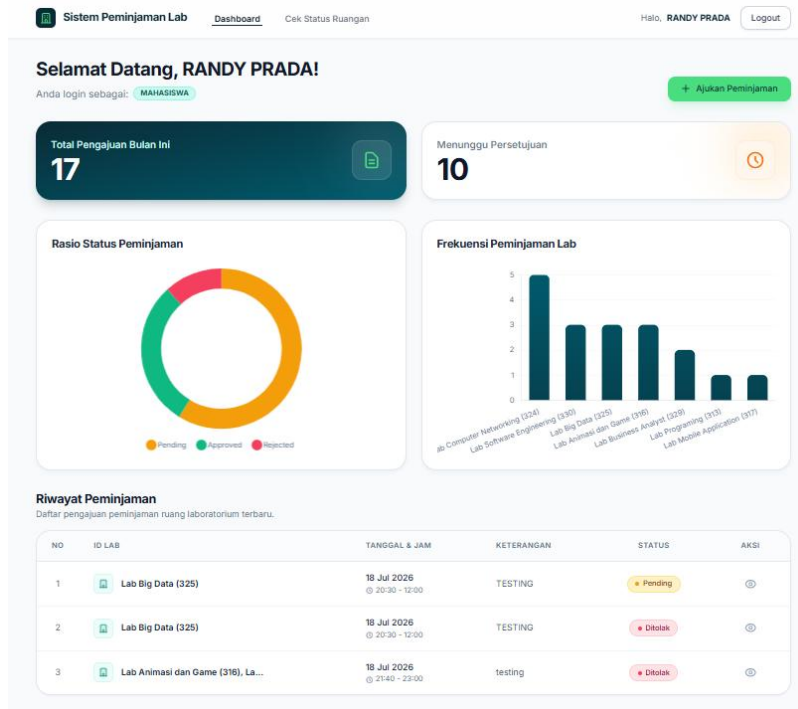
"Tambah Jadwal", serta melakukan modifikasi atau penghapusan data menggunakan ikon pada kolom aksi. Antarmuka halaman manajemen jadwal kuliah ini dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Halaman Manajemen Jadwal Kuliah

4.2.9 Halaman Dashboard Mahasiswa

Halaman *Dashboard* Mahasiswa merupakan antarmuka khusus yang diakses setelah pengguna berhasil melakukan autentikasi ke dalam sistem dengan peran (*role*) sebagai mahasiswa. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi personal terkait aktivitas peminjaman laboratorium. Pada antarmuka ini, sistem menampilkan sapaan selamat datang beserta nama mahasiswa yang sedang mengakses, diiringi dengan tombol aksi utama "+ Ajukan Peminjaman" untuk menginisiasi proses pengisian formulir peminjaman baru. Panel informasi menyajikan ringkasan data statistik berupa total pengajuan peminjaman pada bulan berjalan dan jumlah pengajuan yang berstatus menunggu persetujuan. Informasi tersebut didukung oleh visualisasi grafik rasio status peminjaman dan frekuensi penggunaan laboratorium. Pada bagian bawah halaman, terdapat tabel "Riwayat Peminjaman" yang merangkum seluruh rekam jejak pengajuan yang secara spesifik dilakukan oleh mahasiswa tersebut, lengkap dengan informasi detail seperti nama lab, tanggal, keterangan, dan indikator status terkini (*Pending*, *Ditolak*, atau *disetujui*). Mahasiswa juga dapat melihat detail dari masing-masing riwayat melalui tombol aksi yang tersedia. Antarmuka halaman *dashboard* mahasiswa ini ditunjukkan pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Halaman Dashboard Mahasiswa

4.2.10 Halaman Cek Status Laboratorium

Halaman Cek Status Laboratorium merupakan fitur esensial yang disediakan untuk memudahkan pengguna, khususnya mahasiswa, dalam meninjau ketersediaan ruangan secara transparan sebelum melakukan pengajuan peminjaman. Pada antarmuka ini, pengguna dapat memfilter ketersediaan dengan memilih nama laboratorium tertentu atau menggunakan opsi "Semua Ruangan", kemudian menentukan tanggal spesifik yang ingin ditinjau, dan menekan tombol pencarian ("Cari"). Sistem selanjutnya akan memproses dan menampilkan tabel "Jadwal Pemakaian Ruangan" pada tanggal yang dipilih. Tabel ini memuat rincian aktivitas ruangan yang telah dijadwalkan, mencakup nama laboratorium, status pemakaian (misalnya, sedang digunakan untuk jadwal perkuliahan rutin beserta informasi dosen pengampu), serta rentang waktu operasional (jam mulai dan jam akhir). Kehadiran fitur ini sangat krusial sebagai langkah preventif untuk menghindari terjadinya tumpang tindih jadwal (*schedule conflict*) saat mahasiswa mengisi formulir peminjaman. Antarmuka halaman cek status ketersediaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Sistem Peminjaman Lab Dashboard Cek Status Ruangan Halo, RANDY PRADA Logout

Cek Status Laboratorium

Cari dan lihat ketersediaan jadwal laboratorium pada tanggal tertentu.

Pilih Laboratorium

Hari/Tanggal

Semua Ruangan

20/07/2026

Cari

Jadwal Pemakaian Ruangan

Monday, 20 July 2026

NO	LABORATORIUM	STATUS PEMAKAIAN	JAM MULAI	JAM AKHIR
1	L1 Lab 1 - Lab Software Engineering (330)	Mata Kuliah: Algoritma Pemrograman ABC	07:00	11:00

Gambar 4.11 Halaman Cek Status Laboratorium

4.2.11 Halaman Form Peminjaman Laboratorium

Halaman Form Pengajuan Peminjaman merupakan antarmuka bagi mahasiswa untuk mengisi detail rencana penggunaan laboratorium. Untuk memudahkan pengguna, sistem secara otomatis (*auto-fill*) mengisi data identitas peminjam serta menghitung indikator "Level Persetujuan" sesuai dengan hierarki yang dibutuhkan. Mahasiswa hanya perlu melengkapi rincian inti seperti nama kegiatan, pilihan ruang lab, jadwal pelaksanaan, daftar peserta, dan dosen pembimbing. Setelah semua data terisi, tombol "Kirim Pengajuan" digunakan untuk menyimpan data ke *database* sekaligus memicu alur persetujuan otomatis kepada pihak berwenang. Antarmuka formulir ini ditunjukkan pada Gambar 4.12.

Sistem Peminjaman Lab ← Kembali

Form Pengajuan Peminjaman

Silakan lengkapi data peminjaman di bawah ini

Level Persetujuan: 3
Dihitung otomatis (1: Laboran, 2: Kajar, 3: Wadir)

Tanggal Peminjaman: 20 July 2026

Nama Peminjam: RANDY PRADA
 NIM Peminjam: 2257301112

Kegiatan: Contoh: Tes CBT UMPOR 1

Pilih Ruang Lab: -- Pilih Ruano Lab --

Pilih Kebutuhan Alat di Lab (Optional): -- Pilih Asset --

Tanggal Mulai: Pilih tanggal mulai
 Tanggal Selesai: Pilih tanggal selesai

Jam Mulai: Pilih jam mulai
 Jam Selesai: Pilih jam selesai

Daftar Nama Peserta: -- Pilih Mahasiswa --

Ketua Kegiatan: Nama Ketua
 Kontak Ketua (No. HP): 08xxxxxxxxxx

Pembimbing: Nama Pembimbing

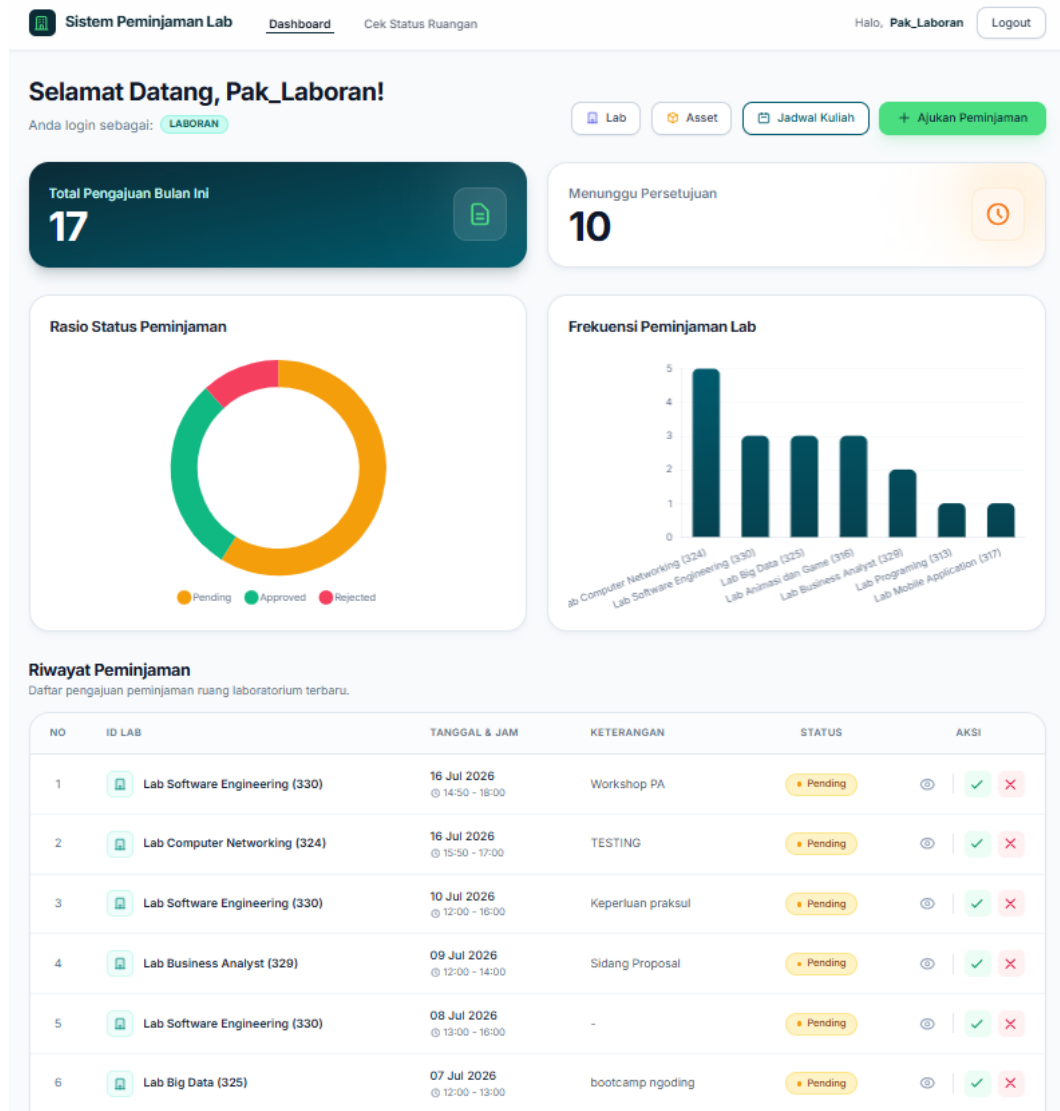
Kirim Pengajuan

Gambar 4.12 Halaman Form Peminjaman

4.2.12 Halaman Dashboard Pengelola

Halaman *Dashboard* Pengelola merupakan antarmuka pusat yang berfungsi untuk memantau dan memvalidasi aktivitas peminjaman ruangan. Antarmuka ini digunakan oleh tiga tingkatan *approver*, yaitu Laboran (Tingkat 1), Kepala Jurusan (Tingkat 2), dan Wakil Direktur (Tingkat 3) dengan struktur visual yang sama, namun menampilkan filter data pengajuan sesuai dengan otoritas masing-masing. Fokus utama halaman ini terletak pada tabel daftar pengajuan yang berstatus menunggu persetujuan (*Pending*). Melalui ikon pada kolom aksi, pengelola memiliki wewenang untuk meninjau detail kelengkapan formulir, serta mengeksekusi keputusan dengan menekan tombol centang hijau untuk menyetujui (*Approve*) atau tombol silang merah untuk menolak (*Reject*) pengajuan ke tingkat

selanjutnya. Antarmuka representatif untuk *dashboard* pengelola ini ditunjukkan pada 4.13.

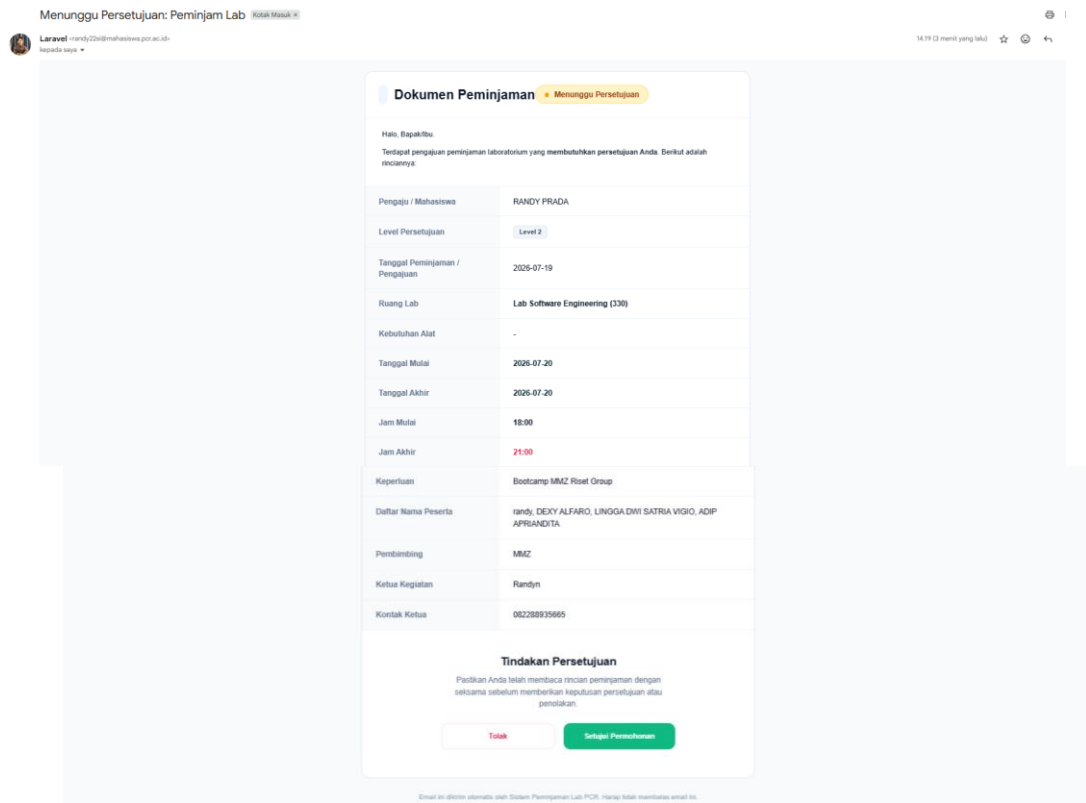


Gambar 4.13 Halaman Dashboard Pengelola

4.2.13 Halaman Notifikasi Email Peminjaman

Sistem dilengkapi dengan fitur notifikasi *email* otomatis yang terintegrasi dengan layanan SMTP. Pemberitahuan ini dikirimkan secara langsung ke alamat *email* pihak berwenang (sesuai tingkatan level persetujuan) setiap kali terdapat pengajuan peminjaman baru yang berstatus *pending*. Pesan *email* tersebut menampilkan rincian dokumen secara komprehensif, mulai dari identitas peminjam, informasi ruangan, jadwal kegiatan, hingga daftar peserta. Guna mempercepat alur birokrasi, sistem secara inovatif menyediakan tombol "Setujui

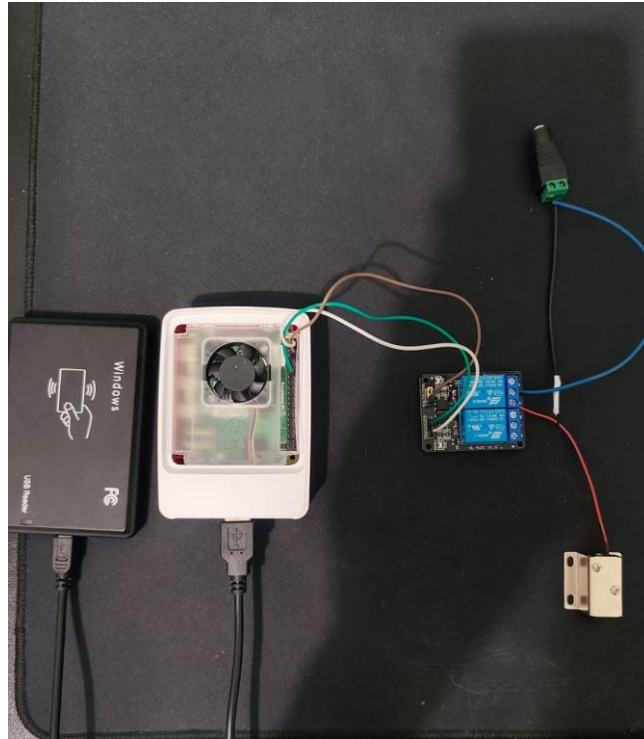
Permohonan" dan "Tolak" langsung di dalam badan *email*, sehingga *approver* dapat langsung memberikan keputusan otorisasi tanpa harus melakukan *login* ke dalam portal aplikasi *web*. Bukti penerimaan dan antarmuka notifikasi *email* ini ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Notifikasi email

4.2.14 Implementasi Perangkat Keras (IoT)

Pada gambar 4.15 merepresentasikan hasil perakitan komponen perangkat keras (*hardware*) dari sistem otomasi akses pintu laboratorium berbasis *Internet of Things* (IoT). Rangkaian fisik ini bertugas sebagai eksekutor di lapangan yang mengontrol akses masuk fisik ke dalam ruangan lab berdasarkan hasil validasi data dari server.



Gambar 4.15 Implementasi Perangkat Keras

Secara lebih rinci, komponen-komponen yang digunakan beserta konfigurasinya pada gambar diatas adalah sebagai berikut:

1. Raspberry Pi 5 (Mikrokomputer): Bertindak sebagai pusat kendali utama (*controller*) sistem IoT. Alat ini bertugas menjalankan skrip program pembacaan sensor, memproses komunikasi data dengan *server* menggunakan metode REST API, dan mengatur logika *output* pada pin GPIO
2. RFID Reader USB: Perangkat pemindai kartu yang dihubungkan ke *port* USB pada Raspberry pi. Modul ini berfungsi untuk membaca kode UID dari kartu RFID yang ditempelkan oleh pengguna.
3. Modul Relay 2-Channel: Berfungsi sebagai sakelar elektromagnetik. Modul ini dihubungkan dengan pin GPIO (*General Purpose Input/Output*) Raspberry Pi menggunakan kabel *jumper* (kabel hijau, coklat, dan putih/abu-abu). Relay berperan menjembatani sinyal tegangan rendah (3.3V/5V) dari Raspberry Pi untuk mengendalikan arus listrik tegangan tinggi yang dibutuhkan oleh pengunci pintu.

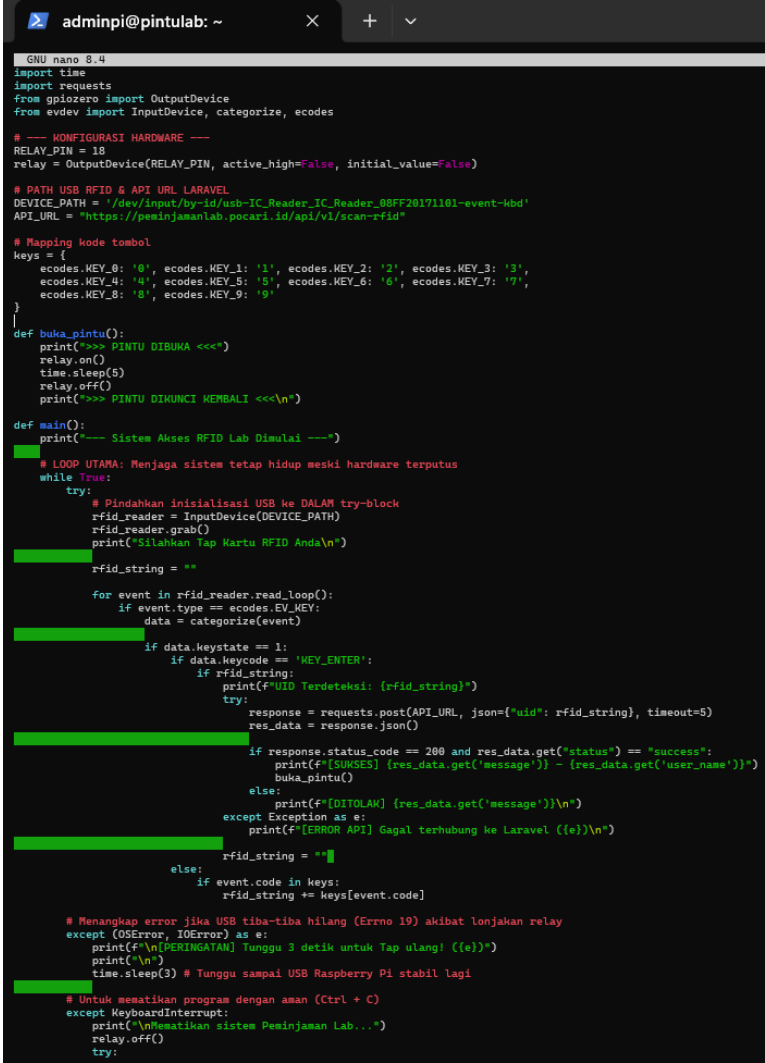
4. Solenoid *Door Lock*: Mekanisme kunci pintu elektronik (perangkat berbahan metal dengan tuas pengunci). Kunci ini beroperasi secara aktif; tuas akan tertarik (membuka penguncian pintu) apabila kumparannya dialiri arus listrik, dan akan kembali menonjol (mengunci) ketika arus terputus.
5. Konektor *Power Supply (Jack DC)*: Konektor ini berfungsi sebagai pintu masuk tegangan dari adaptor eksternal (umumnya 12V). Daya eksternal ini diwajibkan karena tegangan bawaan dari Raspberry Pi tidak akan mencukupi beban daya tarikan *solenoid lock*.

4.2.15 Implementasi Program Raspberry Pi dan REST API

Program pada Raspberry Pi ini berfungsi sebagai pusat kendali atau "otak" di lapangan yang menjembatani interaksi antara perangkat keras fisik di laboratorium dengan sistem *backend* berbasis web. Skrip yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python ini dirancang untuk terus berjalan tanpa henti guna memantau aktivitas pada pemindai RFID. Ketika pengguna menempelkan kartu identitasnya, sistem akan langsung membaca kode unik (UID) dari kartu tersebut. Program ini juga telah dirancang secara tangguh dengan menambahkan mekanisme pelindung, sehingga sistem dapat otomatis melakukan pemulihan (*restart* pembacaan) apabila terjadi gangguan fisik seperti perangkat USB yang tiba-tiba terputus akibat lonjakan arus pada kunci pintu.

Setelah kode kartu berhasil dibaca, Raspberry Pi akan langsung mengirimkan data tersebut ke *server* utama (Laravel) menggunakan protokol komunikasi REST API. Melalui proses ini, *server* akan memvalidasi apakah pengguna kartu tersebut memang memiliki jadwal peminjaman ruangan yang valid dan telah disetujui oleh pihak pengelola. Jika *server* memberikan respons persetujuan, program Python akan langsung merespons dengan mengaktifkan modul *relay* untuk membuka kunci pintu (*solenoid lock*) selama lima detik, memberikan waktu bagi pengguna untuk masuk sebelum pintu terkunci kembali secara otomatis. Sebaliknya, jika *server* merespons bahwa data tidak valid atau akses ditolak, sistem di Raspberry Pi akan mengabaikannya dan pintu laboratorium

akan tetap tertutup rapat. Isi dari kode program dari pintu-lab.py dapat dilihat pada gambar 4.16



```
adminpi@pintulab: ~  
GNU nano 8.4  
import time  
import requests  
from gpiozero import OutputDevice  
from evdev import InputDevice, categorize, ecodes  
  
# --- KONFIGURASI HARDWARE ---  
RELAY_PIN = 18  
relay = OutputDevice(RELAY_PIN, active_high=False, initial_value=False)  
  
# PATH USB RFID & API URL LARAVEL  
DEVICE_PATH = '/dev/input/by-id/usb-IC_Reader_IC_Reader_98FF20171101-event-kbd'  
API_URL = "https://peminjamanlab.pocari.id/api/v1/scan-rfid"  
  
# Mapping kode tombol  
keys = {  
    ecodes.KEY_0: '0', ecodes.KEY_1: '1', ecodes.KEY_2: '2', ecodes.KEY_3: '3',  
    ecodes.KEY_4: '4', ecodes.KEY_5: '5', ecodes.KEY_6: '6', ecodes.KEY_7: '7',  
    ecodes.KEY_8: '8', ecodes.KEY_9: '9',  
}  
  
def buka_pintu():  
    print(">>> PINTU DIBUKA <<<")  
    relay.on()  
    time.sleep(5)  
    relay.off()  
    print(">>> PINTU DITUTUKAN KEMBALI <<<")  
  
def main():  
    print("==== Sistem Akses RFID Lab Dimulai ====")  
  
    # LOOP UTAMA: Menjaga sistem tetap hidup meski hardware terputus  
    while True:  
        try:  
            # Pindahkan inisialisasi USB ke DALAM try-block  
            rfid_reader = InputDevice(DEVICE_PATH)  
            rfid_reader.grab()  
            print("Silahkan Tap Kartu RFID Anda\n")  
  
            rfid_string = ""  
  
            for event in rfid_reader.read_loop():  
                if event.type == ecodes.EV_KEY:  
                    data = categorize(event)  
  
                    if data.keystate == 1:  
                        if data.keycode == 'KEY_ENTER':  
                            if rfid_string:  
                                print(f">>> Terdeteksi: {rfid_string}")  
                                try:  
                                    response = requests.post(API_URL, json={"uid": rfid_string}, timeout=5)  
                                    res_data = response.json()  
  
                                    if response.status_code == 200 and res_data.get("status") == "success":  
                                        print(f">>> [Sukses] {res_data.get('message')} ~ {res_data.get('user_name')}")  
                                        buka_pintu()  
                                except Exception as e:  
                                    print(f"[DITOLAK] {res_data.get('message')}\n")  
                                except Exception as e:  
                                    print(f"[ERROR API] Gagal terhubung ke Laravel ({e})\n")  
  
                                rfid_string = ""  
                            else:  
                                if event.code in keys:  
                                    rfid_string += keys[event.code]  
  
            # Menangkap error jika USB tiba-tiba hilang (Error 19) akibat lonjakan relay  
            except (OSError, IOError) as e:  
                print(f">>> [PERINGATAN] Tunggu 3 detik untuk Tap ulang! ({e})")  
                print("\n")  
                time.sleep(3) # Tunggu sampai USB Raspberry Pi stabil lagi  
  
            # Untuk mematikan program dengan aman (Ctrl + C)  
            except KeyboardInterrupt:  
                print("\nMematikan sistem Peminjaman Lab...")  
                relay.off()  
                try:
```

Gambar 4.16 Kode Program pada raspi

4.3 Pengujian Sistem

Bagian ini akan memaparkan bagaimana sistem yang telah dibangun diuji untuk memastikan semuanya berjalan sesuai dengan rancangan.

4.3.1 Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing)

Pengujian *Black Box* (*Black Box Testing*) dilakukan untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem dan memastikan bahwa program beroperasi sesuai dengan perancangan spesifikasi kebutuhan awal yang telah ditetapkan. Pengujian *Black Box* ini dilaksanakan menggunakan *Laravel HTTP Feature Testing* Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan request *HTTP* (seperti menekan tombol atau

mengisi form dari sisi pengguna/klien) ke *URL* aplikasi (contohnya melakukan *POST* ke /peminjaman/store-web), kemudian sistem akan memvalidasi apakah hasil keluarannya (respon HTML, status database, atau pesan error) sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini difokuskan pada pengamatan terhadap masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari sistem, tanpa perlu meninjau struktur internal kode program (*source code*). Pada Sistem Peminjaman Laboratorium ini, *Black Box Testing* bertujuan untuk memvalidasi bahwa fitur-fitur esensial—seperti proses autentikasi akun, pemindaian UID dari kartu RFID, keberhasilan alur validasi persetujuan (*approval*) bertingkat, hingga pengiriman otomatis notifikasi SMTP melalui *email*—dapat berjalan dengan baik, bebas dari *error*, dan merespons tindakan pengguna (*user* maupun *admin*) dengan tepat.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Black Box Testing Mahasiswa

Mahasiswa			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian
Pengajuan Peminjaman	Isi form lengkap & valid	Data tersimpan & status menjadi menunggu	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Validasi Jadwal Bentrok	Pilih jadwal yang diblokir	Sistem menolak & muncul peringatan	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Detail Riwayat Peminjaman	Klik tombol "Detail"	Rincian form & status persetujuan tampil	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Cetak Form Peminjaman	Klik tombol "Cetak"	Dokumen PDF berhasil diunduh	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Black Box Testing Laboran

Laboran			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian
Halaman Login	Melakukan login	Berhasil masuk ke halaman dashboard	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Dashboard	Menampilkan data statistik	Berhasil menampilkan ringkasan data	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Riwayat Peminjaman	Menampilkan detail pengajuan	Berhasil menampilkan detail peminjaman	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil

Halaman Riwayat Peminjaman	Menyetujui pengajuan peminjaman	Berhasil menyetujui data peminjaman	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Riwayat Peminjaman	Menolak pengajuan peminjaman	Berhasil menolak data peminjaman	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Email Notifikasi	Menyetujui pengajuan via email	Berhasil menyetujui peminjaman dari email	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Data Lab	Menambahkan data ruang lab	Berhasil menambahkan data lab baru	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Data Aset	Menambahkan data aset lab	Berhasil menambahkan data aset baru	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Jadwal Kuliah	Menambahkan jadwal kuliah	Berhasil menambahkan jadwal baru	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Halaman Dashboard	Melakukan logout	Berhasil keluar dari sistem	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Black Box Testing Kajur/Wadir

Ketua Jurusan & Wakil Direktur			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian
Approval Level 2 (Kajur)	Klik tombol "Setuju" oleh Kajur	Status berubah menjadi approved level 2	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Approval Final (Wadir)	Klik tombol "Setuju" oleh Wadir	Status menjadi approved akhir & RFID aktif	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Tolak Pengajuan	Klik "Tolak" & masukkan alasan	Status menjadi ditolak & notifikasi terkirim	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Black Box Testing Kajur/Wadir

Admin/BAAK			
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian

Tautkan UID RFID	Tap kartu di reader & klik simpan	UID tersimpan di akun mahasiswa	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Tambah Jadwal Kuliah	Isi form data jadwal rutin	Waktu terblokir otomatis di sistem	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Kelola Hak Akses User	Ubah role akun pengguna	Hak akses akun berubah sesuai role baru	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil
Cetak Form Peminjaman	Klik tombol "Cetak"	Dokumen PDF berhasil diunduh	[√] Berhasil [] Tidak Berhasil

4.3.2 Pengujian Kebergunaan (Usability Testing) dengan System Usability Scale (SUS)

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner kepada responden mahasiswa di Politeknik Caltex Riau, diperoleh data mentah berupa skala Likert (1-5) dari 10 pernyataan *System Usability Scale* (SUS). Data tersebut kemudian diolah dengan mengonversi nilai setiap pernyataan. Pernyataan bernomor ganjil (positif) dikonversi dengan rumus $(Skor - 1)$, sedangkan pernyataan bernomor genap (negatif) dikonversi dengan rumus $(5 - Skor)$.

Rata-rata hasil konversi dari setiap pertanyaan kemudian dijumlahkan dan dikalikan dengan konstanta 2,5 untuk mendapatkan skor akhir berskala 0 hingga 100. Rincian hasil perhitungan dari masing-masing pernyataan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian SUS

No	Pertanyaan	Penilaian				
		STS (1)	TS (2)	N (3)	S (4)	SS (5)
1	Saya berpikir akan menggunakan sistem peminjaman lab ini lagi.	0	1	1	9	20
2	Saya merasa sistem peminjaman lab ini rumit untuk digunakan.	20	8	1	2	0
3	Prototype ini bekerja sesuai hasil yang saya harapkan	0	0	1	6	24

4	Saya merasa membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi jika harus menggunakan sistem ini.	18	7	4	1	1
5	Saya merasa fitur-fitur pada sistem peminjaman lab ini berjalan dengan semestinya.	0	0	0	11	20
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada sistem peminjaman lab ini.	21	4	4	2	0
7	Saya merasa kebanyakan orang akan mengerti cara menggunakan sistem peminjaman lab ini dengan sangat cepat.	0	0	4	12	15
8	Saya menemukan sistem peminjaman lab ini sangat tidak praktis saat digunakan.	21	8	0	2	0
9	Saya merasa sangat yakin bisa menggunakan sistem peminjaman lab ini.	0	0	0	5	26
10	Saya harus belajar banyak hal terlebih dahulu sebelum bisa menggunakan sistem peminjaman lab ini.	15	11	2	1	2

Tabel 4.6 Distribusi Jawaban Responden

No	Penilaian				
	STS (1)	TS (2)	N (3)	S (4)	SS (5)
1	0	1	1	9	20
2	20	8	1	2	0
3	0	0	1	6	24
4	18	7	4	1	1
5	0	0	0	11	20
6	21	4	4	2	0
7	0	0	4	12	15
8	21	8	0	2	0
9	0	0	0	5	26
10	15	11	2	1	2

Tabel 4.7 Perhitungan Skor SUS

No	Jenis Pernyataan	Rata-rata Jawaban (1-5)	Skor Konversi SUS
1	Positif	4.55	3.55
2	Negatif	1.52	3.48
3	Positif	4.74	3.74
4	Negatif	1.71	3.29
5	Positif	4.65	3.65
6	Negatif	1.58	3.42
7	Positif	4.35	3.35
8	Negatif	1.45	3.55
9	Positif	4.84	3.84
10	Negatif	1.84	3.16
		Total Skor Konversi	35.03

Pengukuran tingkat kebergunaan (*usability*) pada sistem ini dievaluasi menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). Berdasarkan Tabel 4.x yang menyajikan rekapitulasi rata-rata jawaban dari 31 responden, perhitungan skor konversi dilakukan dengan ketentuan baku SUS sebagai berikut:

1. Pernyataan Positif (Nomor Ganjil): Skor konversi diperoleh dengan mengurangi nilai rata-rata jawaban dengan angka 1 ($\text{Rata-rata Jawaban} - 1$). Sebagai contoh, pada pernyataan nomor 1 dengan rata-rata jawaban 4,55, perhitungan konversinya adalah $4,55 - 1 = 3,55$.
2. Pernyataan Negatif (Nomor Genap): Skor konversi diperoleh dengan mengurangi nilai ketetapan 5 dengan nilai rata-rata jawaban ($5 - \text{Rata-rata Jawaban}$). Sebagai contoh, pada pernyataan nomor 2 dengan rata-rata jawaban 1,52, perhitungan konversinya adalah $5 - 1,52 = 3,48$.

Seluruh skor konversi dari 10 butir pernyataan tersebut kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan Total Skor Konversi. Berdasarkan hasil rekapitulasi pada tabel, diperoleh Total Skor Konversi sebesar 35,03.

Untuk mendapatkan skor akhir SUS yang terstandarisasi pada skala 0 hingga 100, Total Skor Konversi harus dikalikan dengan nilai konstanta 2,5. Berikut adalah rincian formulasi perhitungan skor akhir untuk sistem ini:

$$\text{Skor Akhir SUS} = \text{Total Skor Konversi} \times 2,5$$

$$\text{Skor Akhir SUS} = 35,03 \times 2,5$$

$$\text{Skor Akhir SUS} = 87,58$$

Berdasarkan perhitungan di atas, skor akhir pengujian SUS yang diperoleh adalah 87,58. Merujuk pada panduan interpretasi penilaian *System Usability Scale*, skor di atas 68 mengindikasikan bahwa tingkat kebergunaan berada di atas rata-rata. Dengan skor 87,58, sistem ini masuk ke dalam rentang penerimaan (*Acceptability Ranges*) "Acceptable" (Dapat Diterima) dengan skala penilaian (*Grade Scale*) A.

4.3.3 Pengujian Hardware

1) Rangkaian & Prosedur Pengujian Jarak Baca (USB RFID Reader)

Tabel 4.8 Tabel Pengujian Jarak Baca

No	UID Kartu	Jarak (cm)	Orientasi	Penghalang	Persentase Berhasil (%)	Hasil
1	1084168614	0 cm	Sejajar	Tidak Ada	100%	Lulus
2	1084168614	2 cm	Sejajar	Tidak Ada	100%	Lulus
3	2634726133	4 cm	Sejajar	Tidak Ada	100%	Lulus
4	2634726133	6 cm	Sejajar	Tidak Ada	0%	Gagal
5	3408978904	0 cm	Sejajar	Plastik ID Card	100%	Lulus
6	3408978904	2 cm	Sejajar	Dompot	100%	Lulus

2) Rangkaian & Prosedur Pengujian Validasi ID/UID Kartu

Tabel 4.9 Tabel Pengujian Validasi UID

No	UID Kartu	Status Registrasi	Status Izin (jadwal/lab)	Expected (Harapan)	Observed (Kenyataan)	Status
1	1084168614	Terdaftar	Aktif (Sesuai Jadwal)	Relay aktif, Pintu Lab terbuka	Relay aktif 5 detik, Pintu terbuka	Lulus

2	1084168614	Terdaftar	Nonaktif (Di luar Jadwal)	Akses ditolak, Relay mati	Tampil error di konsol, Pintu terkunci	Lulus
3	098765445637	Terdaftar	Salah Lab (Bukan lab tujuan)	Akses ditolak, Relay mati	Tampil error di konsol, Pintu terkunci	Lulus

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk memvalidasi kesiapan dan keandalan komponen fisik IoT yang diimplementasikan pada pintu laboratorium. Evaluasi ini terbagi menjadi dua aspek utama, yaitu kemampuan pembacaan sensor secara fisik dan ketepatan logika otorisasi akses oleh sistem. Pada tahap pertama, pengujian difokuskan pada jangkauan jarak baca sensor RFID serta pengaruh berbagai material penghalang terhadap tingkat keberhasilan deteksi kartu. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan kelancaran interaksi pengguna saat menempelkan kartu identitas mereka di lapangan, sehingga dapat diketahui jarak tempel paling optimal agar data dapat terbaca dengan sempurna.

Pada tahap kedua, pengujian dilanjutkan dengan memvalidasi respons sistem terhadap berbagai skenario status kartu identitas. Sistem diuji kemampuannya dalam membedakan antara kartu pengguna yang sah dan memiliki jadwal peminjaman aktif, kartu yang terdaftar namun digunakan di luar jadwal yang diizinkan, serta kartu asing yang sama sekali tidak terdaftar di dalam basis data. Hasil pengujian ini mengonfirmasi bahwa integrasi antara perangkat keras dan sistem pusat telah berjalan dengan baik; pintu laboratorium terbukti hanya memberikan hak akses terbuka bagi pengguna yang memenuhi seluruh syarat otorisasi, serta secara konsisten menolak segala bentuk upaya akses yang tidak valid demi menjaga keamanan ruangan.

4.4 Analisis Hasil

4.4.1 Analisis Sistem Peminjaman dan Integrasi IoT

Sistem Peminjaman Laboratorium Terintegrasi *Internet of Things* (IoT) ini menitikberatkan pengujian pada keterpaduan antara proses administrasi pengelolaan data berbasis web dengan sistem kontrol akses fisik pintu laboratorium. Inti dari sistem ini adalah memastikan bahwa setiap pengajuan peminjaman yang

melalui alur persetujuan bertingkat (*multi-level approval*) oleh Laboran, Ketua Jurusan, dan Wakil Direktur dapat terekam secara transparan dan terhubung langsung dengan perangkat keras di lapangan.

Dalam praktiknya, sistem memvalidasi waktu peminjaman agar tidak terjadi bentrok dengan jadwal kuliah rutin yang telah diblokir sebelumnya. Ketika pengajuan telah disetujui sepenuhnya, sistem pusat (Laravel) memberikan otorisasi kepada perangkat Raspberry Pi melalui komunikasi REST API. Mekanisme ini memastikan bahwa pintu laboratorium hanya dapat dibuka secara otomatis menggunakan kartu RFID yang sah dan sesuai dengan jadwal peminjaman yang aktif, sehingga meningkatkan faktor keamanan dan efisiensi pengelolaan ruangan secara *real-time*.

4.4.2 Analisis Pengujian Black Box

Berdasarkan hasil pengujian *Black Box* yang telah dilaksanakan, pengembang melakukan pengujian fitur secara langsung untuk memvalidasi seluruh fungsionalitas sistem, baik pada sisi antarmuka web untuk masing-masing aktor (Mahasiswa, Admin/BAA, Laboran, Ketua Jurusan, Wakil Direktur) maupun pada sisi eksekusi perangkat keras IoT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario masukan (*input*) yang diuji—mulai dari proses autentikasi *login*, pengisian form peminjaman, pengelolaan aset dan jadwal, proses *approval*, hingga pembacaan *tap* kartu RFID—telah menghasilkan keluaran (*output*) yang presisi dan sesuai dengan perancangan.

Rincian pengujian fungsionalitas ini membuktikan bahwa setiap modul bekerja dengan baik tanpa adanya kecacatan logika program. Integrasi antar-modul berjalan secara konsisten, di mana setiap aksi perubahan status data pada antarmuka web langsung memperbarui informasi pada basis data secara akurat.

4.4.3 Analisis Pengujian Usability Testing

Berdasarkan hasil pengujian *Usability Testing* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan 31 responden dari kalangan civitas akademika, sistem ini berhasil mendapatkan skor akhir rata-rata sebesar 87,58. Angka tersebut menunjukkan bahwa secara keseluruhan, sistem telah sangat

memenuhi harapan pengguna, baik dari segi kemudahan penggunaan maupun desain antarmuka.

Perolehan skor 87,58 menempatkan sistem ini ke dalam kategori tingkat penerimaan *Acceptable* (Dapat Diterima) dengan predikat *Grade Scale A* dan *Adjective Rating "Excellent"* (Sangat Baik). Hal ini membuktikan bahwa antarmuka sistem dirancang secara intuitif, sehingga pengguna tidak mengalami kesulitan berarti dalam mengoperasikan fitur-fitur utama seperti mengajukan peminjaman atau memantau status persetujuan, sehingga proses birokrasi manual yang sebelumnya kurang efisien berhasil diatasi dengan baik.

4.4.4 Analisis Pengujian Perangkat Keras (IoT)

Pengujian perangkat keras difokuskan untuk mengukur keandalan dan performa komponen fisik, yang meliputi jarak baca (*read range*) modul *USB RFID Reader* serta kecepatan respons komunikasi data melalui REST API pada Raspberry Pi. Berdasarkan hasil pengujian jarak baca, sensor mampu mendeteksi kartu RFID secara optimal pada rentang jarak 0 hingga 2 cm, dengan hambatan minim dari berbagai orientasi kartu.

Sementara itu, pengujian validasi UID menunjukkan bahwa komunikasi antara perangkat Raspberry Pi dan *server* pusat berjalan sangat stabil dengan waktu tanggap (*response time*) rata-rata di bawah satu detik. Sistem terbukti mampu membedakan dengan akurat antara kartu yang terdaftar dengan jadwal aktif, kartu di luar jadwal, hingga kartu asing yang tidak terdaftar, sehingga perintah aktivasi modul *relay* dan penguncian pintu (*solenoid lock*) dapat dieksekusi secara tepat dan aman.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, serta pengujian dan analisis pada proyek akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Peminjaman Laboratorium Terintegrasi IoT berhasil dibangun dan mampu mempermudah proses administrasi peminjaman ruangan secara digital, terpusat, dan terstruktur.
2. Integrasi antara perangkat lunak (berbasis web) dan perangkat keras (Raspberry Pi dan modul RFID) menggunakan protokol REST API telah berjalan dengan baik. Sistem ini terbukti efektif mengamankan akses fisik laboratorium, di mana pintu hanya dapat terbuka bagi pengguna yang menempelkan kartu RFID terdaftar pada jam penjadwalan yang telah disetujui.
3. Penerapan alur otorisasi bertingkat (*multi-level approval*) yang melibatkan Laboran, Ketua Jurusan, dan Wakil Direktur membuat proses validasi peminjaman menjadi lebih transparan, terekam dengan baik dalam riwayat sistem, dan mencegah terjadinya bentrok jadwal penggunaan ruangan.
4. Berdasarkan pengujian fungsionalitas (*Black Box Testing*) yang dilakukan pada antarmuka web (untuk seluruh aktor) maupun pada perangkat keras pembaca RFID, seluruh fungsi utama sistem telah berjalan 100% sesuai dengan skenario kebutuhan tanpa ditemukan adanya error pada logika alurnya.
5. Dari sisi pengguna akhir, evaluasi *Usability Testing* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor akhir sebesar 87,58. Angka ini menunjukkan bahwa sistem berada pada kategori *Acceptable* dengan predikat *Excellent* (Sangat Baik), yang berarti antarmuka sistem dinilai sangat mudah dioperasikan oleh pengguna dalam mendukung aktivitas sehari-hari.

6. Berdasarkan analisis hasil pengujian perangkat keras, kinerja sistem IoT terbukti andal. Modul *USB RFID Reader* mampu membaca kartu secara optimal pada rentang jarak 0 hingga 2 cm. Selain itu, komunikasi pertukaran data melalui REST API antara *server* dan Raspberry Pi berjalan sangat cepat dengan waktu tanggap (*response time*) rata-rata di bawah 1 detik untuk mengeksekusi status penguncian pintu.

5.2 Saran

Adapun saran untuk proyek akhir ini dalam pengembangan sistem selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Kedepannya, pengembangan sistem disarankan agar terintegrasi langsung dengan basis data atau API resmi milik Politeknik Caltex Riau (PCR). Integrasi ini sangat penting untuk mengotomatisasi sinkronisasi data master (*civitas academica* dan jadwal perkuliahan) secara *real-time*, sehingga pengelola tidak perlu lagi melakukan penginputan atau pembaruan data secara manual.
2. Sistem perlu dilengkapi dengan fitur pencatatan riwayat (*log history*) kehadiran fisik. Fitur ini akan mendafta secara spesifik identitas pengguna beserta waktu (*timestamp*) setiap kali terjadi proses *tap* kartu RFID di pintu, sehingga rekam jejak siapa saja yang masuk dan berada di dalam laboratorium dapat terpantau dengan jelas.
3. Sistem ini dapat diintegrasikan lebih lanjut dengan Sistem Informasi Akademik utama kampus. Dengan integrasi tersebut, data mahasiswa dan jadwal perkuliahan rutin dapat tersinkronisasi secara otomatis tanpa perlu diinput ulang secara manual oleh Admin/BAA.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfrida, M. H., Salsabila, N. S., Wicaksono, A., & Mindara, G. P. (2025). *FUNGSIONALITAS WEBSITE MAGGOPLAST*. 9(1), 169–176.
- Fezari, M., & Al-dahoud, A. (2023). *Raspberry Pi 5 : The new Raspberry Pi family with more computation power and AI integration*.
- Gesti, S., Utami, A., Dewi, N. N., & Mahendra, Y. R. (2023). *Sistem Peminjaman Ruangan Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Data Universitas Sebelas Maret Berbasis Web* (Vol. 3, Issue 1).
- Hakim, A., Yuniarto, P., Lestiyanti, Y., Asrori, M. F., Elektronika, L., Sains, F., Teknologi, I., & Ulama, N. (2023). *Perancangan Smart Door Lock System dengan Multi Sensor untuk Sistem Keamanan Rumah*. November, 333–342.
- Hari Mulyanto^{1*}, Joni Maulindar², W. L. (2025). *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi Sistem Peminjaman Alat Laboratorium Berbasis RFID dan IoT di Fakultas Kedokteran Gigi UMS Perkembangan teknologi informasi saat ini telah memberikan dampak yang besar pada berbagai Dalam dunia pendidikan , pengel*. 8(2).
- M.Al-Qorni. (2022). *RANCANG BANGUN SMART LOCK UNTUK RUANG KELAS MEGGUNAKAN RFID CARD*.
- Meshram, S. U. (2021). Evolution of Modern Web Services – REST API with its Architecture and Design. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 4(7), 83–86.
<https://journal.ijresm.com/index.php/ijresm/article/view/970>
- Puspita Sari, R., Rusi, I., & Safira Putri, T. (2023). *Sistem Informasi Peminjaman Ruangan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura*.
- Radouan Ait Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 77–101.
<https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- Saravanos, A. (2023). *Simulating the Software Development Lifecycle : The Waterfall Model*.
- Siregar, S. A., Simanullang, P. M., Hamni, M., Rezeki, S., Aqil, M., & Jeriko, F. (2023). *Pemanfaatan Radio Frequency Identification (RFID) Pada Sistem*

Multi Akses Mahasiswa (Vol. 1, Issue 3). Online.

Yudianto, F., Herlambang, T., Adinugroho, M., & Magfira, B. (2023).

Perancangan sistem informasi peminjaman ruangan pada PT. Multi Aneka Pangan Nusantara.

LAMPIRAN A

WAWANCARA

Wawancara 1

Nama:

1. Andi Irwanto Manik S. Tr. T., Selaku Kepala Lab dari JTIN Politeknik Caltex Riau

Hari / Tanggal: Senin, 19 Mei 2025. Waktu: 08:00 – 09:00

Hasil Wawancara:

Wawancara dilakukan dengan Kepala Laboratorium untuk menggali informasi terkait proses peminjaman laboratorium yang sedang berjalan. Saat ini, proses peminjaman dilakukan secara manual melalui formulir kertas yang diajukan langsung ke pihak laboratorium atau melalui komunikasi lisan. Mahasiswa yang ingin meminjam ruangan harus terlebih dahulu mengisi formulir dan menyerahkannya kepada laboran atau kepala lab. Selanjutnya, permohonan tersebut diverifikasi dan disetujui secara berjenjang sesuai kebutuhan, terutama jika peminjaman dilakukan di luar jam kerja atau pada akhir pekan. Proses manual ini sering menyebabkan keterlambatan informasi, potensi kehilangan data, dan kesulitan dalam pengecekan jadwal ketersediaan ruangan. Kepala Lab menyatakan perlunya sistem berbasis web untuk mempermudah pengecekan jadwal, pengajuan, persetujuan, serta dokumentasi peminjaman secara real-time.

Wawancara 2

Nama:

- 1) Nessa Chairani Bemin, S.S.T., selaku Kepala Laboratorium JTI Politeknik Caltex Riau

Hari / Tanggal: Selasa, 20 Mei 2025. Waktu: 09:00 – 10:00

Hasil Wawancara:

Wawancara dengan narasumber kedua dilakukan untuk memperoleh pandangan dan masukan yang lebih mendalam mengenai perancangan sistem peminjaman laboratorium yang akan dikembangkan di Politeknik Caltex Riau. Dalam wawancara ini, narasumber menyampaikan bahwa sistem yang dirancang harus didasarkan pada *user requirement* yang jelas, sehingga fitur-fitur yang dihadirkan benar-benar relevan dan sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan. Proses identifikasi kebutuhan pengguna menjadi hal yang penting agar sistem dapat memberikan solusi yang efektif terhadap permasalahan yang ada.

Narasumber menekankan bahwa sistem ini diharapkan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh seluruh pihak yang terlibat, mulai dari mahasiswa, laboran, hingga pihak administrasi atau manajemen, sesuai prosedur peminjaman yang berlaku di kampus. Selain itu, sistem juga diharapkan mampu menyederhanakan proses peminjaman yang selama ini dilakukan secara manual, sehingga waktu dan tenaga dapat lebih efisien. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan transparansi, meminimalkan potensi kesalahan dalam pencatatan dan persetujuan, serta mendukung pengelolaan laboratorium yang lebih terstruktur. Narasumber juga berharap hasil akhir perancangan ini dapat bersifat fleksibel untuk pengembangan di masa mendatang sesuai dengan kebutuhan baru yang mungkin muncul.

Dokumentasi Wawancara dengan Pak Andi Irwanto Manik S. Tr. T., Selaku Kepala Lab dari JTIN Politeknik Caltex Riau



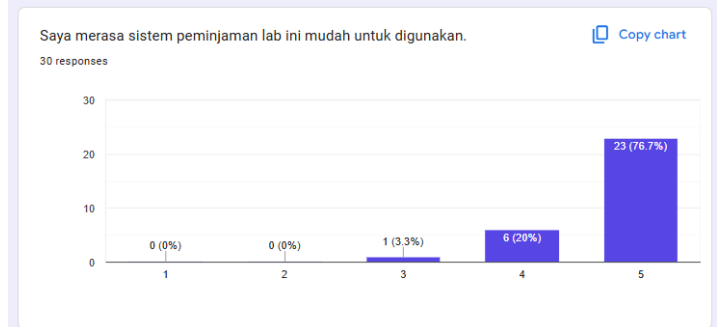
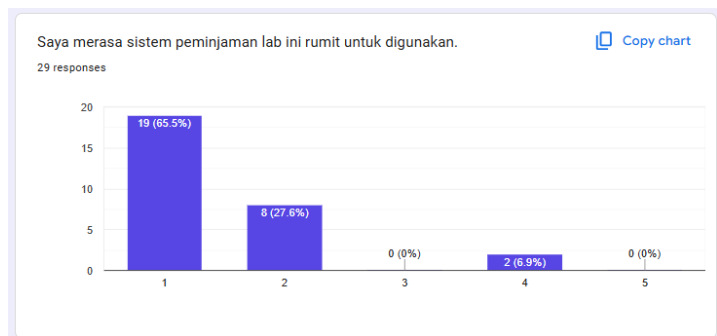
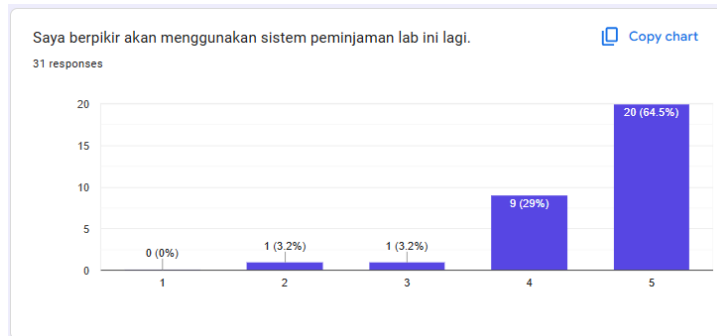
Dokumentasi Wawancara dengan Ibu Nessa Chairani Bemin, S.S.T., selaku Kepala Laboratorium JTI Politeknik Caltex Riau



LAMPIRAN B

HASIL PENGUJIAN

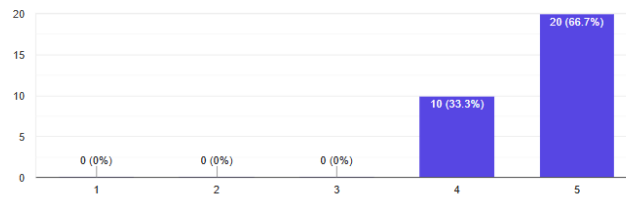
Form Pengujian Usability Testing penyebaran kuesioner kepada responden mahasiswa di Politeknik Caltex Riau, diperoleh data mentah berupa skala Likert (1-5) dari 10 pernyataan *System Usability Scale* (SUS).



Saya merasa fitur-fitur pada sistem peminjaman lab ini berjalan dengan semestinya.

 [Copy chart](#)

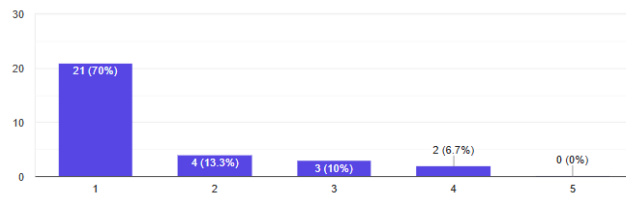
30 responses



Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada sistem peminjaman lab ini.

 [Copy chart](#)

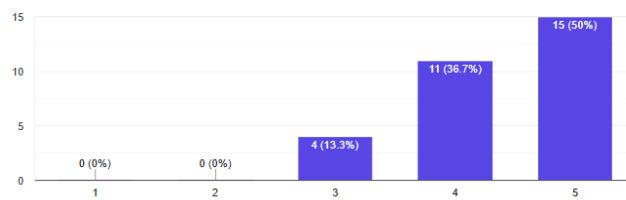
30 responses



Saya merasa kebanyakan orang akan mengerti cara menggunakan sistem peminjaman lab ini dengan sangat cepat.

 [Copy chart](#)

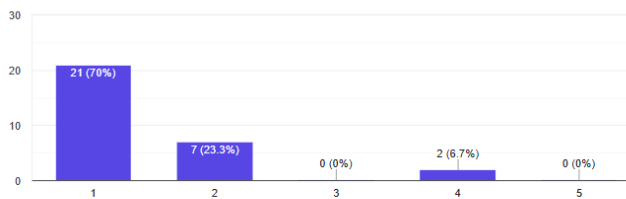
30 responses

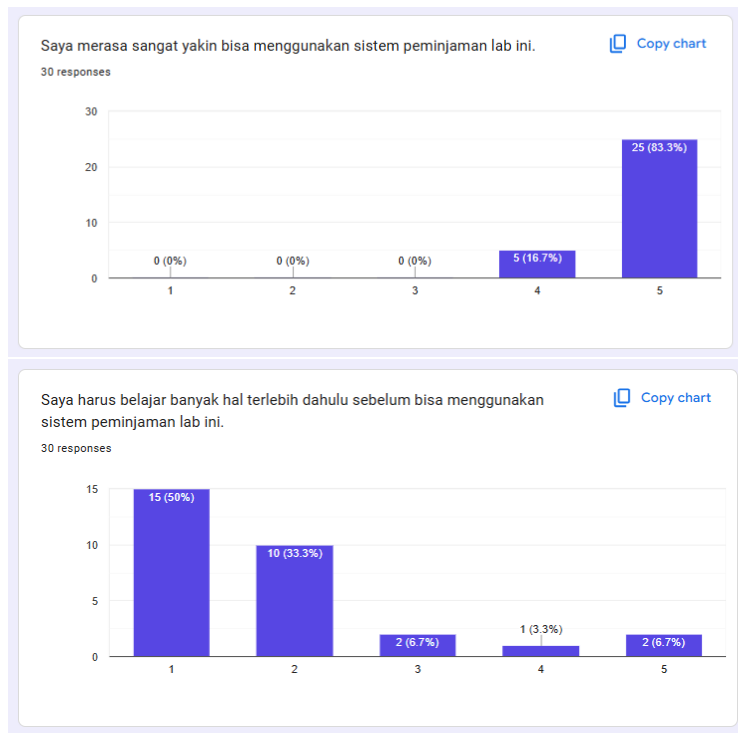


Saya menemukan sistem peminjaman lab ini sangat tidak praktis saat digunakan.

 [Copy chart](#)

30 responses





Pengujian bersama Kalab I dan II.

Pengujian ini dilakukan untuk menguji *Black Box Testing* dan *Usability Testing* secara langsung kepada Kalab sebagai Approver ataupun pengguna sistem.



Hasil Pengujian *Black Box Testing* bersama Kalab I dan II

PENGUJIAN HASIL SISTEM PROYEK AKHIR				
Nama/NIM/Kelas	: Randy Prada Bangun / 2257301112 / 4 S ID			
Judul Proyek Akhir	: PEMANFAATAN TEKNOLOGI REST API MENGGUNAKAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION UNTUK OTOMATISASI PEMINJAMAN LABORATORIUM (STUDI KASUS POLITEKNIK CALTEX RIAU)			
Laboran				
Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Status Pengujian	
Halaman Login	Melakukan login	Berhasil masuk ke halaman dashboard	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Dashboard	Menampilkan data statistik	Berhasil menampilkan ringkasan data	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Riwayat Peminjaman	Menampilkan detail pengajuan	Berhasil menampilkan detail peminjaman	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Riwayat Peminjaman	Menyetujui pengajuan peminjaman	Berhasil menyetujui data peminjaman	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Riwayat Peminjaman	Menolak pengajuan peminjaman	Berhasil menolak data peminjaman	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Email Notifikasi	Menyetujui pengajuan via email	Berhasil menyetujui peminjaman dari email	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Data Lab	Menambahkan data ruang lab	Berhasil menambahkan data lab baru	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Data Aset	Menambahkan data aset lab	Berhasil menambahkan data aset baru	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Jadwal Kuliah	Menambahkan jadwal kuliah	Berhasil menambahkan jadwal baru	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	
Halaman Dashboard	Melakukan logout	Berhasil keluar dari sistem	☒ Berhasil ☐ Tidak Berhasil	

PENGUJIAN HASIL SISTEM PROYEK AKHIR						
Nama/NIM/Kelas	: Randy Prada Bangun / 2257301112 / 4 SI D					
Judul Proyek Akhir	: PEMANFAATAN TEKNOLOGI REST API MENGGUNAKAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION UNTUK OTOMATISASI PEMINJAMAN LABORATORIUM (STUDI KASUS POLITEKNIK CALTEX RIAU)					
No	Pertanyaan	Penilaian				
		SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	STS (1)
1	Saya berpikir akan menggunakan sistem peminjaman lab ini lagi.		✓			
2	Saya merasa sistem peminjaman lab ini rumit untuk digunakan.			✓		
3	Prototype ini bekerja sesuai hasil yang saya harapkan		✓			
4	Saya merasa membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi jika harus menggunakan sistem ini.				✓	
5	Saya merasa fitur-fitur pada sistem peminjaman lab ini berjalan dengan semestinya.		✓			
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada sistem peminjaman lab ini.			✓		
7	Saya merasa kebanyakan orang akan mengerti cara menggunakan sistem peminjaman lab ini dengan sangat cepat.			✓		
8	Saya menemukan sistem peminjaman lab ini sangat tidak praktis saat digunakan.				✓	
9	Saya merasa sangat yakin bisa menggunakan sistem peminjaman lab ini.		✓			
10	Saya harus belajar banyak hal terlebih dahulu sebelum bisa menggunakan sistem peminjaman lab ini.			✓		

Pemeriksa


Pco

Pengujian *Automation Black Box Testing* menggunakan *Laravel HTTP Feature Testing* scenario testing juga disesuaikan dengan tabel rancangan pengujian *Black Box Testing* yang sudah di rancang di bab 3.

1. Pengujian *Automation Black Box Testing* dengan skenario untuk Mahasiswa

```
PS C:\Users\randy\.vscode\.vscode\peminjaman-lab> php artisan test --filter MahasiswaBlackBoxTest
>>

PASS Tests\Feature\MahasiswaBlackBoxTest
✓ pengajuan peminjaman berhasil 0.36s
✓ validasi jadwal bentrok 0.06s
✓ detail riwayat peminjaman 0.04s
✓ cetak form peminjaman 0.03s

Tests: 4 passed (15 assertions)
Duration: 0.73s
```

2. Pengujian *Automation Black Box Testing* dengan skenario untuk Laboran

```
>> C:\Users\randy\.vscode\.vscode\peminjaman-lab> php artisan test --filter LaboranBlackBoxTest

PASS Tests\Feature\LaboranBlackBoxTest
✓ melakukan login 0.33s
✓ menampilkan data statistik 0.08s
✓ menampilkan detail pengajuan 0.06s
✓ menyetujui pengajuan peminjaman 0.06s
✓ menolak pengajuan peminjaman 0.06s
✓ menyetujui pengajuan via email 0.04s
✓ menambahkan data ruang lab 0.05s
✓ menambahkan data aset lab 0.05s
✓ menambahkan jadwal kuliah 0.04s
✓ melakukan logout 0.04s

Tests: 10 passed (27 assertions)
Duration: 1.04s
```

3. Pengujian *Automation Black Box Testing* dengan skenario untuk KAJUR & WADIR

```
PS C:\Users\randy\.vscode\.vscode\peminjaman-lab> php artisan test --filter KAJURWADIRBlackBoxTest
>>

PASS Tests\Feature\KAJURWADIRBlackBoxTest
✓ approval level 2 oleh kajur 0.29s
✓ approval final oleh wadir 0.03s
✓ tolak pengajuan peminjaman 0.03s

Tests: 3 passed (9 assertions)
Duration: 0.59s
```

4. Pengujian *Automation Black Box Testing* dengan skenario untuk Admin/BAAK

```
PS C:\Users\randy\.vscode\.vscode\peminjaman-lab> php artisan test --filter AdminBlackBoxTest
>>

PASS Tests\Feature\AdminBlackBoxTest
✓ tautkan uid rfid 0.24s
✓ tambah jadwal kuliah 0.05s
✓ kelola hak akses user 0.05s
✓ cetak form peminjaman 0.07s

Tests: 4 passed (11 assertions)
Duration: 0.66s
```

Rangkaian & Prosedur Pengujian Jarak Baca (USB RFID Reader). Pengujian *hardware* dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat keras yang digunakan dalam sistem otomatisasi peminjaman laboratorium dengan teknologi RFID dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Komponen utama yang diuji meliputi perangkat USB RFID Reader, kartu/tag RFID.

1. Pengujian Jarak Baca (USB RFID Reader) dengan jarak 0 cm, tanpa penghalang dan hasilnya 100% berhasil.



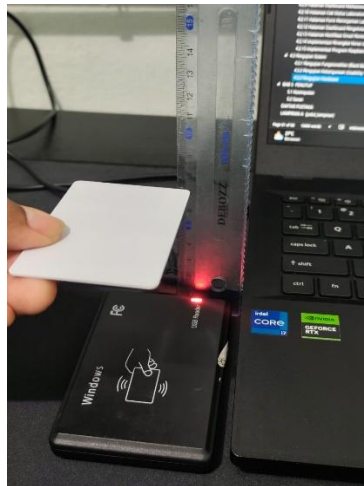
2. Pengujian Jarak Baca (USB RFID Reader) dengan jarak 2 cm, tanpa penghalang dan hasilnya 100% berhasil



3. Pengujian Jarak Baca (USB RFID Reader) dengan jarak 4 cm, tanpa penghalang dan hasilnya 100% berhasil.



4. Pengujian Jarak Baca (USB RFID Reader) dengan jarak 6 cm, tanpa penghalang dan hasilnya tidak berhasil.



5. Pengujian Jarak Baca (USB RFID Reader) dengan jarak 0 cm, dan dengan penghalang plastik pelindung kartu dan hasilnya 100% berhasil.



6. Pengujian Jarak Baca (USB RFID *Reader*) dengan jarak 3 cm, dan dengan orientasi kartu RFID di *scan* melalui dompet dan hasilnya 100% berhasil



Pengujian Validasi ID/UID Kartu. Pengujian validasi kartu RFID untuk memastikan bahwa hanya kartu yang terdaftar dan memiliki izin peminjaman aktif yang dapat memicu *relay* untuk mengaktifkan Solenoid Door Lock dan membuka pintu laboratorium.

1. Pengujian Validasi UID kartu dengan Status Registrasi terdaftar, Status Izin (jadwal/lab) Aktif (Sesuai Jadwal), dan hasilnya Relay aktif 5 detik, Pintu terbuka.

```
adminpi@pintulab:~ $ python3 percobaanpintu.py
=====
Mesin Pintu Lab Pintar Siap Digunakan
=====
Silakan tempelkan kartu Anda (Ketik UID): 12345
Akses Diterima! Selamat datang.
Membuka kunci solenoid...
Pintu Lab Terkunci.
```

2. Pengujian Validasi UID kartu dengan Status Registrasi terdaftar, Status Izin (jadwal/lab) Nonaktif (Di luar Jadwal), dan hasilnya di konsol, Pintu terkunci dengan sebab Kartu tidak terdaftar.

```
adminpi@pintulab:~ $ python3 percobaanpintu.py
=====
Mesin Pintu Lab Pintar Siap Digunakan
=====
Silakan tempelkan kartu Anda (Ketik UID): 098765445637
Akses Ditolak! Kartu tidak terdaftar.
```

3. Pengujian Validasi UID kartu dengan Status Registrasi terdaftar, Status Izin (jadwal/lab) Salah Lab (Bukan lab tujuan), dan hasilnya di konsol, Pintu terkunci dengan sebab tidak ada peminjaman terdaftar.

```
adminpi@pintulab:~ $ python3 percobaanpintu.py
=====
Mesin Pintu Lab Pintar Siap Digunakan
=====
Silakan tempelkan kartu Anda (Ketik UID): 1084168614
Akses Ditolak! tidak ada peminjaman terdaftar.
```