

Rancang Bangun *Smart Gate* Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Sistem Pencatatan Pengunjung Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan

Dedy Harto¹, Asran²

¹Teknik Komputer, Universitas Borneo Tarakan, dedyharto@borneo.ac.id

²Teknik Komputer, Universitas Borneo Tarakan, 2240304034@mhs.ubt.ac.id

Keywords:

Visitor Recording,
Smart gate,
Internet of Things,
RFID,
Microcontroller

ABSTRACT

The Library of Universitas Borneo Tarakan still uses a manual visitor recording process, which may lead to delays in recording, data discrepancies, and limited monitoring of visitor activity. This study aims to design and develop a visitor recording system integrated with an Internet of Things (IoT)-based smart gate. The system was developed using the Rapid Application Development (RAD) model, consisting of requirements planning, design, construction, and implementation stages. The system uses RFID as an identification medium, a microcontroller as the control center, a stepper motor to operate the smart gate, Firebase Realtime Database as the IoT communication medium, and Laravel and MySQL as the web-based data management system. System testing included RFID reading, smart gate, black box, IoT communication, recording conformity, and response time tests. Testing was conducted using 25 UIDs with 45 recording processes, while IoT communication was tested at distances of 1, 5, 10, and 15 meters. The results showed that all 45 processes produced outputs consistent with the expected conditions, with a conformity rate of 100%. IoT communication achieved 0% packet loss at all tested distances, with an average system response time of 1,235.3 ms or approximately 1.23 seconds. The system can perform visitor recording, UID verification, smart gate control, and visitor data monitoring through a web-based system.

Kata Kunci:

Pencatatan Pengunjung,
Smart gate,
Internet of Things,
RFID,
Mikrokontroler

ABSTRAK

Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan masih menggunakan proses pencatatan pengunjung secara manual yang berpotensi menyebabkan keterlambatan pencatatan, ketidaksesuaian data, dan keterbatasan pemantauan kunjungan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pencatatan pengunjung dengan integrasi *smart gate* berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengembangan sistem menggunakan model *Rapid Application Development* (RAD) yang meliputi tahap perencanaan kebutuhan, perancangan, konstruksi, dan implementasi. Sistem menggunakan RFID sebagai media identifikasi, mikrokontroler sebagai pusat kendali, motor stepper sebagai penggerak *smart gate*, *Firebase Realtime Database* sebagai media komunikasi IoT, serta *Laravel* dan *MySQL* sebagai sistem pengelolaan data berbasis web. Pengujian meliputi pembacaan RFID, *smart gate*, *black box*, komunikasi IoT, kesesuaian pencatatan, dan waktu respons. Pengujian dilakukan terhadap 25 UID dengan 45 proses pencatatan, sedangkan komunikasi IoT diuji pada jarak 1, 5, 10, dan 15 meter. Hasil pengujian menunjukkan seluruh 45 proses menghasilkan keluaran sesuai kondisi yang diharapkan dengan tingkat kesesuaian 100%. Komunikasi IoT menghasilkan *packet loss* 0% pada seluruh variasi jarak, dengan rata-rata waktu respons sebesar 1.235,3 ms atau sekitar 1,23 detik. Sistem dapat melakukan pencatatan pengunjung, verifikasi UID, pengendalian *smart gate*, dan pemantauan data kunjungan melalui sistem berbasis web.

Korespondensi Penulis:

Dedy Harto,
Universitas Borneo Tarakan, Jl. Amal Lama, No 1, Tarakan,
Kalimantan Utara
Telepon : +62 812 5268 1100
Email: dedyharto@borneo.ac.id

Submitted : 17-06-2026; Accepted : 15-09-2026

Published : 25-09-2026

Copyright (c) 2026 The Author (s) This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Perpustakaan merupakan salah satu sarana penting dalam mendukung proses pendidikan di perguruan tinggi. Selain menyediakan berbagai sumber informasi, perpustakaan berperan dalam menunjang kegiatan pembelajaran, penelitian, dan pengembangan ilmu pengetahuan bagi mahasiswa dan sivitas akademika. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap layanan berbasis digital, pengelolaan data pengunjung perpustakaan perlu dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan mudah dipantau. Data kunjungan tidak hanya berfungsi sebagai catatan administrasi, tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi kualitas layanan, mengidentifikasi pola kunjungan, serta mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan perpustakaan. [1], [2].

Permasalahan yang masih ditemukan pada Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan adalah proses pencatatan pengunjung yang belum sepenuhnya berjalan secara otomatis dan terintegrasi. Proses pencatatan manual atau semiotomatis dapat menyebabkan beberapa kendala, seperti waktu pencatatan yang lebih lama, potensi kesalahan *input* data, kesulitan dalam melakukan rekapitulasi, serta terbatasnya pemantauan jumlah pengunjung secara langsung. Kondisi tersebut sejalan dengan permasalahan pada sistem pencatatan konvensional yang dapat menyebabkan data tidak terdokumentasi dengan baik, pencarian data membutuhkan waktu, dan pengelolaan informasi menjadi kurang akurat [1]. Selain itu, sistem pencatatan konvensional belum mampu mengontrol akses fisik pengunjung secara otomatis sehingga petugas masih perlu melakukan pemantauan secara manual.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pencatatan pengunjung menggunakan teknologi digital. Sistem buku tamu berbasis QR code telah digunakan untuk mempercepat proses pencatatan dan mengurangi kesalahan pengisian data manual [3], [4]. Pengembangan sistem buku tamu berbasis *website* juga telah diterapkan untuk membantu proses pengelolaan data kunjungan secara lebih terstruktur [5]. Selain itu, sistem buku tamu berbasis web menggunakan *framework Laravel* terbukti dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data kunjungan pada lingkungan perpustakaan [6]. Penelitian lain juga menerapkan RFID pada sistem presensi pengunjung perpustakaan dan menunjukkan bahwa RFID dapat digunakan sebagai teknologi identifikasi yang cepat dan praktis [7].

Penerapan RFID dan mikrokontroler pada sistem pencatatan kehadiran juga telah dilakukan dalam beberapa penelitian. Sistem absensi berbasis RFID dan ESP32 terbukti mampu mendukung proses identifikasi pengguna secara otomatis [8]. Di sisi lain, penelitian terkait manajemen pengunjung juga berkembang pada konteks yang lebih luas, seperti prediksi okupansi pengunjung berbasis teknologi informasi [9], pengembangan aplikasi pendukung *visitor management system* berbasis *mobile* [10], serta pengembangan aplikasi *guest book* berbasis *Progressive Web App* (PWA) [11]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada digitalisasi pencatatan data, sedangkan integrasi dengan perangkat fisik seperti *smart gate* untuk mengontrol akses masuk dan keluar pengunjung masih belum banyak diterapkan pada konteks perpustakaan.

Perbedaan utama penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada integrasi antara sistem pencatatan digital dan perangkat kontrol akses fisik. Penelitian berbasis QR code dan aplikasi web umumnya hanya mencatat data pengunjung, tetapi belum mengatur akses masuk secara otomatis [3]–[6]. Sementara itu, penelitian berbasis RFID dan mikrokontroler lebih banyak diterapkan pada sistem absensi atau presensi, bukan pada sistem manajemen pengunjung perpustakaan yang terhubung dengan *dashboard* pemantauan dan *smart gate* [7], [8]. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pencatatan pengunjung dengan integrasi *smart gate* berbasis *Internet of Things* (IoT), RFID, mikrokontroler, *Firestore Real-time Database*, *Laravel*, dan *MySQL* agar proses pencatatan serta pengendalian akses dapat berjalan secara otomatis dan *real-time*.

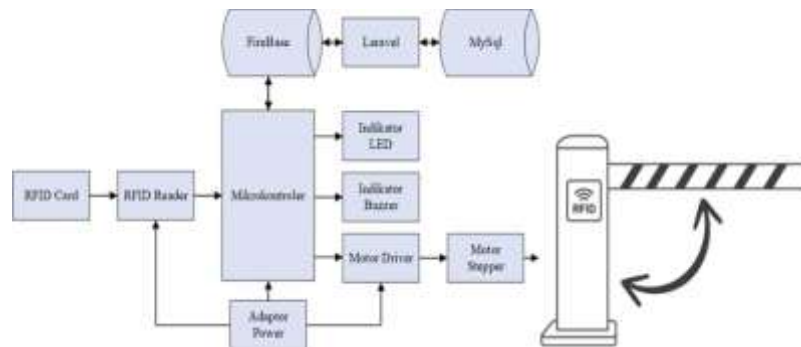
Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem pencatatan pengunjung perpustakaan yang terintegrasi dengan *smart gate* berbasis IoT menggunakan mikrokontroler. Sistem ini dirancang agar mampu membaca kartu RFID sebagai identitas pengunjung, memverifikasi UID, mencatat waktu masuk dan keluar, serta mengendalikan palang *smart gate* secara otomatis berdasarkan hasil verifikasi. Selain itu, sistem berbasis web dikembangkan untuk membantu petugas dalam memantau pengunjung aktif, melihat riwayat kunjungan, mengelola data anggota, dan mengunduh laporan kunjungan.

Inovasi dari penelitian ini adalah penggabungan antara pencatatan pengunjung, kontrol akses otomatis, dan pemantauan data kunjungan dalam satu sistem terintegrasi. *Smart gate* yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai penghalang fisik, tetapi juga sebagai bagian dari sistem pencatatan berbasis IoT yang dapat menerima perintah berdasarkan hasil verifikasi data pengguna. Data UID yang dibaca oleh RFID dikirimkan ke *Firestore Real-time Database*, kemudian diproses oleh sistem web berbasis *Laravel* dan *MySQL*. Dengan pendekatan ini, sistem dapat mencatat kunjungan secara otomatis, menampilkan data secara *real-time*, serta mengurangi ketergantungan terhadap pencatatan manual. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kemudahan pemantauan pengunjung di Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan.

2. METODE PENELITIAN

Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan model *Rapid Application Development* (RAD). Model RAD dipilih karena mendukung proses pengembangan sistem secara cepat, iteratif, dan memungkinkan penyesuaian berdasarkan kebutuhan pengguna [2]. Proses pengembangan diawali dengan tahap *Requirements Planning*, yaitu mengidentifikasi kebutuhan sistem, perangkat keras, perangkat lunak, serta kebutuhan pengguna dalam proses pencatatan pengunjung. Selanjutnya, tahap *User Design* dilakukan dengan merancang arsitektur sistem,

alur proses, antarmuka, serta integrasi antara RFID, *smart gate*, mikrokontroler, dan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Hasil perancangan kemudian dilanjutkan ke tahap *Construction*, yaitu proses pembangunan dan pengintegrasian komponen perangkat keras dan perangkat lunak hingga menghasilkan sistem yang dapat digunakan. Setelah sistem selesai dikonstruksi, tahap *Cutover* dilakukan melalui implementasi dan pengujian sistem untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Dengan demikian, alur pengembangan sistem dalam model RAD pada penelitian ini terdiri atas *Requirements Planning* → *User Design* → *Construction* → *Cutover*, yang dilaksanakan secara iteratif untuk menghasilkan sistem pencatatan pengunjung dengan integrasi *smart gate* berbasis IoT.



Gambar 1. Diagram sistem

Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan RFID sebagai media identifikasi pengunjung, mikrokontroler sebagai pusat kendali, *motor stepper* sebagai penggerak palang *smart gate*, *Firestore Real-time Database* sebagai media komunikasi IoT, serta *Laravel* dan *MySQL* sebagai sistem pengelolaan data berbasis web. Penggunaan mikrokontroler dengan konektivitas nirkabel banyak diterapkan pada sistem IoT karena mampu menghubungkan perangkat fisik dengan sistem pemantauan berbasis jaringan [12], [13]. RFID digunakan karena mampu membaca identitas pengguna melalui UID secara cepat dan tanpa kontak langsung [13]. *Motor stepper* digunakan sebagai aktuator karena memiliki kemampuan gerak bertahap dan presisi, sehingga sesuai untuk sistem mekanik yang membutuhkan kendali posisi seperti palang *smart gate* [14].

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian dilakukan dengan merancang sistem pencatatan pengunjung yang mampu membaca kartu RFID, memverifikasi UID pengguna, mencatat waktu masuk dan keluar, serta mengendalikan palang *smart gate* secara otomatis. Sistem dirancang menggunakan konsep *barrier gate*, yaitu palang otomatis yang terbuka ketika pengguna berhasil diverifikasi dan tertutup kembali setelah proses akses selesai. Data UID yang terbaca oleh RFID dikirimkan oleh mikrokontroler ke *Firestore Real-time Database*. Selanjutnya, sistem web berbasis *Laravel* membaca data tersebut, mencocokkan UID dengan data member yang tersimpan pada *database MySQL*, kemudian mengirimkan respons akses kembali ke mikrokontroler. Jika UID valid, mikrokontroler mengaktifkan *motor stepper* untuk membuka *smart gate*. Jika UID tidak valid, sistem memberikan indikator penolakan melalui LED dan *buzzer*.

Tabel 1. Komponen utama sistem

Komponen	Fungsi
RFID RC522	Membaca UID kartu pengunjung
Mikrokontroler	Mengolah data RFID dan mengendalikan perangkat
<i>Motor stepper</i>	Menggerakkan palang <i>smart gate</i>
<i>Motor driver</i>	Mengatur arah dan gerakan <i>motor stepper</i>
<i>Firestore Real-time Database</i>	Media komunikasi data IoT secara <i>real-time</i>
<i>Laravel</i>	Mengelola proses verifikasi dan tampilan sistem web
<i>MySQL</i>	Menyimpan data member dan riwayat kunjungan
LED dan <i>buzzer</i>	Memberikan indikator status akses

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah perencanaan kebutuhan, yaitu mengidentifikasi permasalahan pada proses pencatatan pengunjung di Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan dan menentukan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Kebutuhan tersebut meliputi pencatatan otomatis, verifikasi kartu RFID, kontrol akses menggunakan *smart gate*, penyimpanan data kunjungan, serta pemantauan melalui sistem web.

Tahap kedua adalah perancangan sistem, yang meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menyusun hubungan antara RFID, mikrokontroler, *motor driver*, *motor stepper*, LED, *buzzer*, dan catu daya. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat alur kerja

sistem, antarmuka web, pengelolaan data member, log kunjungan, serta komunikasi antara mikrokontroler, *Firebase*, *Laravel*, dan *MySQL*.

Tahap ketiga adalah konstruksi sistem, yaitu proses pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Pada tahap ini, komponen elektronik dirakit, program mikrokontroler dibuat menggunakan *Arduino IDE*, dan sistem web dikembangkan menggunakan *Laravel*. Sistem web menyediakan fitur *dashboard*, pengunjung aktif, *log history*, manajemen member, serta ekspor laporan.



Gambar 2. Sistem *smart gate*

Tahap keempat adalah implementasi sistem. Sistem yang telah dibangun diimplementasikan untuk menjalankan proses pencatatan pengunjung secara otomatis. Pengunjung melakukan pembacaan kartu RFID pada RFID reader. UID kartu dikirimkan ke *Firebase*, kemudian diverifikasi oleh sistem web. Apabila UID terdaftar dan aktif, data kunjungan disimpan ke *database* dan *smart gate* terbuka secara otomatis. Apabila UID tidak terdaftar, akses ditolak dan sistem menampilkan indikator penolakan.

2.3 Prosedur Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dikembangkan. Pengujian meliputi proses pembacaan RFID, pengujian *smart gate*, pengujian *black box*, pengujian IoT, pengujian akurasi sistem, dan pengujian waktu respons. Pengujian *black box* digunakan untuk menguji fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa melihat struktur kode program, sehingga metode ini sesuai untuk memastikan fitur perangkat lunak berjalan sesuai rancangan [15]. Selain itu, pengujian IoT dilakukan untuk mengetahui kualitas komunikasi data antara mikrokontroler dan sistem melalui jaringan Wi-Fi. Parameter yang digunakan meliputi jumlah paket dikirim, jumlah paket diterima, *packet loss*, *delay*, dan latensi. Parameter tersebut umum digunakan dalam pengujian kualitas komunikasi jaringan pada sistem IoT [16], [17].

Pengujian komunikasi IoT dilakukan pada beberapa variasi jarak, yaitu 1 meter, 5 meter, 10 meter, dan 15 meter. Penggunaan parameter *delay* dan *packet loss* bertujuan untuk mengetahui kestabilan pengiriman data dari perangkat ke sistem. Dalam sistem IoT, pemilihan protokol dan kualitas jaringan berpengaruh terhadap kecepatan respons komunikasi data [16], [18]. Rata-rata waktu respons sistem dihitung untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sejak kartu RFID terbaca hingga sistem memberikan respons akses. Perhitungan rata-rata waktu respons digunakan untuk menilai efisiensi proses sistem dalam menangani autentikasi dan pencatatan data [19].

$$\text{Packet loss (\%)} = ((\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}) / \text{Paket Dikirim}) \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian akurasi sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mencatat data kunjungan sesuai kondisi nyata. Akurasi dihitung berdasarkan jumlah pencatatan benar dibandingkan dengan total proses pencatatan. Perhitungan akurasi sistem ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$\text{Akurasi Sistem (\%)} = (\text{Jumlah Pencatatan Benar} / \text{Total Proses Pencatatan}) \times 100\% \quad (2)$$

Selain itu, pengujian waktu respons dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sistem sejak RFID berhasil terbaca hingga data kunjungan berhasil tercatat pada *database*. Pengukuran waktu respons dilakukan pada setiap proses pencatatan pengunjung, kemudian waktu yang diperoleh dari seluruh pengujian digunakan untuk menghitung nilai rata-rata waktu respons menggunakan Persamaan (3).

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = \text{Jumlah Seluruh Waktu Respons} / \text{Jumlah Percobaan} \quad (3)$$

Tabel 2. Skenario Pengujian Sistem

Jenis Pengujian	Parameter yang Diuji	Hasil yang Diharapkan
Pembacaan RFID	UID kartu terdaftar dan tidak terdaftar	Sistem mampu membaca UID dengan benar
Pengujian <i>smart gate</i>	Gerakan buka dan tutup palang	Palang terbuka jika UID valid dan tertutup kembali secara otomatis
Pengujian <i>black box</i>	Fungsi sistem web	Setiap fitur berjalan sesuai rancangan
Pengujian IoT	<i>Packet loss, delay</i> , dan latensi	Komunikasi data berjalan stabil
Pengujian akurasi	Kesesuaian data pencatatan	Data kunjungan tercatat dengan benar
Pengujian waktu respons	Kecepatan respons sistem	Sistem merespons dalam waktu yang efisien

Melalui prosedur tersebut, kinerja sistem dapat dianalisis berdasarkan keberhasilan pembacaan kartu, kesesuaian verifikasi UID, keberhasilan pencatatan data masuk dan keluar, kestabilan komunikasi IoT, serta kemampuan *smart gate* dalam mengatur akses secara otomatis. Hasil pengujian selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menilai apakah sistem yang dikembangkan mampu mendukung pencatatan pengunjung perpustakaan secara otomatis, akurat, terintegrasi, dan mudah dipantau.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pencatatan pengunjung dengan integrasi *smart gate* berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan berdasarkan kebutuhan sistem yang telah ditentukan, yaitu kemampuan melakukan identifikasi pengunjung menggunakan RFID, melakukan verifikasi UID, mencatat data kunjungan masuk dan keluar, mengendalikan akses *smart gate*, serta menyimpan dan menampilkan data kunjungan melalui sistem berbasis web. Sistem yang dibangun terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung. Perangkat keras terdiri dari RFID reader, mikrokontroler, motor driver, motor stepper, indikator LED, buzzer, catu daya, dan rangka fisik *smart gate*. Perangkat lunak terdiri dari program mikrokontroler, *Firebase Real-time Database*, sistem web berbasis *Laravel*, dan database *MySQL*. Integrasi antara komponen tersebut memungkinkan sistem melakukan pembacaan kartu RFID, verifikasi UID, pencatatan data masuk dan keluar, pengendalian palang *smart gate*, serta penyimpanan dan pemantauan data kunjungan secara terintegrasi.

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merakit seluruh komponen utama pada rangka *smart gate*. RFID reader dipasang pada bagian luar perangkat agar pengunjung dapat melakukan proses pembacaan kartu dengan mudah. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima data UID dari RFID, mengirimkan data ke *Firebase*, menerima respons akses, serta mengendalikan indikator dan motor stepper. Motor stepper digunakan sebagai aktuator penggerak palang *smart gate*, sedangkan motor driver berfungsi mengatur arah dan gerakan motor. LED dan buzzer digunakan sebagai indikator status sistem, seperti akses diterima, akses ditolak, dan status koneksi jaringan.

Implementasi perangkat lunak dilakukan dengan mengembangkan program mikrokontroler dan sistem web. Program mikrokontroler dibuat untuk membaca UID kartu RFID, mengirimkan data ke *Firebase Real-time Database*, membaca respons verifikasi, dan mengendalikan *smart gate*. Sistem web dikembangkan menggunakan *Laravel* dan *MySQL* untuk mengelola data member, memverifikasi UID, mencatat data kunjungan, menampilkan dashboard, menampilkan pengunjung aktif, menyimpan log history, serta menyediakan fitur ekspor laporan. Berdasarkan hasil implementasi, sistem mampu menjalankan proses pencatatan pengunjung secara otomatis mulai dari pembacaan kartu hingga penyimpanan data kunjungan.

3.2 Hasil Pengujian RFID dan Smart Gate

Pengujian RFID dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca UID kartu pengunjung. Pengujian dilakukan menggunakan kartu RFID yang telah terdaftar dan kartu yang tidak terdaftar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca UID kartu dan mengirimkan data tersebut ke *Firebase* untuk diproses oleh sistem web. Apabila UID terdaftar dan berstatus aktif, sistem memberikan respons akses diterima. Sebaliknya, apabila UID tidak terdaftar, sistem memberikan respons akses ditolak.

Pengujian *smart gate* dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil verifikasi UID dan aksi palang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa palang *smart gate* dapat terbuka secara otomatis ketika UID dinyatakan valid dan tetap tertutup ketika UID tidak terdaftar. Setelah palang terbuka, sistem memberikan jeda waktu sebelum palang kembali menutup secara otomatis. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara RFID, mikrokontroler, sistem web, dan motor stepper telah berjalan sesuai rancangan.

Tabel 3. Hasil pengujian RFID dan *smart gate*

Pengujian	Kondisi	Hasil Sistem	Keterangan
Kartu RFID terdaftar	UID sesuai <i>database</i>	Akses diterima dan palang terbuka	Berhasil
Kartu RFID tidak terdaftar	UID tidak ditemukan	Akses ditolak dan palang tertutup	Berhasil
Pencatatan masuk	UID valid saat masuk	Data waktu masuk tersimpan	Berhasil
Pencatatan keluar	UID valid saat keluar	Data waktu keluar tersimpan	Berhasil
Kontrol palang	Akses diterima	Palang membuka dan menutup otomatis	Berhasil

3.3 Hasil Pengujian Sistem Web

Pengujian sistem web dilakukan menggunakan metode *black box* testing. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fitur pada sistem web dapat berjalan sesuai fungsi yang dirancang. Fitur yang diuji meliputi halaman *dashboard*, pengunjung aktif, *log history*, manajemen member, proses verifikasi UID, pencatatan kunjungan, dan ekspor laporan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap fitur dapat memberikan keluaran sesuai dengan masukan yang diberikan. Data member dapat ditambahkan, diubah, ditampilkan, dan dihapus. Data kunjungan dapat ditampilkan pada halaman *dashboard*, pengunjung aktif, dan *log history*. Selain itu, fitur ekspor data juga dapat digunakan untuk menghasilkan laporan dalam format digital.

Tabel 4. Hasil pengujian *black box* sistem web

Fitur yang Diuji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
<i>Dashboard</i>	Menampilkan statistik kunjungan	Statistik berhasil ditampilkan	Berhasil
Pengunjung aktif	Menampilkan pengunjung yang belum keluar	Data berhasil ditampilkan	Berhasil
<i>Log history</i>	Menampilkan riwayat kunjungan	Riwayat berhasil ditampilkan	Berhasil
Manajemen member	Mengelola data pengguna RFID	Data berhasil dikelola	Berhasil
Verifikasi UID	Mencocokkan UID dengan <i>database</i>	UID berhasil diverifikasi	Berhasil
Ekspor laporan	Mengunduh laporan kunjungan	Laporan berhasil diunduh	Berhasil

3.4 Hasil Pengujian IoT

Pengujian IoT dilakukan untuk mengetahui kualitas komunikasi data antara mikrokontroler dan sistem melalui jaringan Wi-Fi. Pengujian dilakukan pada jarak 1 meter, 5 meter, 10 meter, dan 15 meter untuk proses akses masuk dan keluar. Parameter yang diamati meliputi jumlah paket dikirim, jumlah paket diterima, *packet loss*, *delay*, dan latensi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh paket data berhasil dikirim dan diterima oleh server pada setiap variasi jarak. Nilai *packet loss* yang diperoleh adalah 0%, sehingga termasuk dalam kategori sangat baik karena tidak terdapat paket data yang hilang selama proses komunikasi. Data hasil pengujian komunikasi IoT pada setiap variasi jarak dan proses akses masuk maupun keluar disajikan pada Tabel 5. Tabel tersebut menunjukkan hasil pengukuran jumlah paket yang dikirim dan diterima serta nilai *packet loss*, *delay*, dan latensi yang diperoleh selama pengujian.

Tabel 5. Hasil pengujian IoT

Jarak Pengujian	Paket Dikirim	Paket diterima	<i>Packet loss</i>	<i>Delay (ms)</i>	Latensi (ms)
1 meter	20	20	0%	162	1.847
1 meter	20	20	0%	163	1.732
1 meter	20	20	0%	461	1.570
1 meter	20	20	0%	332	1.700
1 meter	20	20	0%	34	2.480
1 meter	20	20	0%	180	1.716
1 meter	20	20	0%	212	1.954
1 meter	20	20	0%	120	1.979
1 meter	20	20	0%	771	1.920
1 meter	20	20	0%	142	1.453
5 meter	20	20	0%	703	1.529
5 meter	20	20	0%	41	2.078
5 meter	20	20	0%	483	1.448
5 meter	20	20	0%	33	1.579
5 meter	20	20	0%	86	1.663
5 meter	20	20	0%	139	1.309
5 meter	20	20	0%	260	2.124
5 meter	20	20	0%	790	1.321
5 meter	20	20	0%	557	1.729
5 meter	20	20	0%	233	1.922
10 meter	20	20	0%	597	1.100

Jarak Pengujian	Paket Dikirim	Paket diterima	Packet loss	Delay (ms)	Latensi (ms)
10 meter	20	20	0%	151	1.044
10 meter	20	20	0%	1.795	5.453
10 meter	20	20	0%	56	34.979
10 meter	20	20	0%	3.218	4.682
10 meter	20	20	0%	1.780	9.110
10 meter	20	20	0%	44	2.221
10 meter	20	20	0%	1.880	1.555
10 meter	20	20	0%	119	15.952
10 meter	20	20	0%	26.203	27.148
15 meter	20	20	0%	136	1.542
15 meter	20	20	0%	1.186	1.368
15 meter	20	20	0%	8.549	26.851
15 meter	20	20	0%	128	1.162
15 meter	20	20	0%	207	1.590
15 meter	20	20	0%	128	9.005
15 meter	20	20	0%	1.539	3.281
15 meter	20	20	0%	1.149	2.209
15 meter	20	20	0%	2.008	10.749
15 meter	20	20	0%	438	4.369

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan pengiriman data, dilakukan perhitungan *packet loss* menggunakan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$\text{Packet loss (\%)} = ((\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}) / \text{Paket Dikirim}) \times 100\%$$

$$\text{Packet loss (\%)} = ((20 - 20) / 20) \times 100\%$$

$$\text{Packet loss (\%)} = 0\%$$

Untuk mengetahui nilai rata-rata *delay* pada jarak 1 meter, dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (3) sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = (\text{Jumlah Seluruh Waktu Respons}) / \text{Jumlah Percobaan}$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = (162 + 163 + 461 + 332 + 34 + 180 + 212 + 120 + 771 + 142) / 10$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = 257.7\text{ms}$$

Untuk mengetahui nilai rata-rata *delay* pada jarak 5 meter, dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (3) sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = (\text{Jumlah Seluruh Waktu Respons}) / \text{Jumlah Percobaan}$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = (703 + 41 + 483 + 33 + 86 + 139 + 260 + 790 + 557 + 233) / 10$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = 332.5\text{ms}$$

Untuk mengetahui nilai rata-rata *delay* pada jarak 10 meter, dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (3) sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = (\text{Jumlah Seluruh Waktu Respons}) / \text{Jumlah Percobaan}$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons}$$

$$= (597 + 151 + 1.795 + 56 + 3.218 + 1.780 + 44 + 1.880 + 119 + 26.203) / 10$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = 3.414,3\text{ms}$$

Untuk mengetahui nilai rata-rata *delay* pada jarak 15 meter, dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (3) sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = (\text{Jumlah Seluruh Waktu Respons}) / \text{Jumlah Percobaan}$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons}$$

$$= (136 + 1.186 + 8.549 + 128 + 207 + 128 + 1.539 + 1.149 + 2.008 + 438) / 10$$

$$\text{Rata - rata Waktu Respons} = 1.546,8\text{ms}$$

Meskipun nilai *packet loss* menunjukkan hasil sangat baik, nilai *delay* dan latensi mengalami peningkatan pada jarak yang lebih jauh. Pada jarak 1 meter dan 5 meter, rata-rata *delay* masih berada pada kategori baik. Namun,

pada jarak 10 meter dan 15 meter, beberapa pengujian menunjukkan peningkatan *delay* yang cukup tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa jarak perangkat terhadap sumber jaringan Wi-Fi memengaruhi kestabilan waktu respons komunikasi IoT. Dengan demikian, sistem tetap mampu mengirim dan menerima data secara utuh, tetapi penempatan perangkat sebaiknya berada pada area dengan sinyal Wi-Fi yang kuat agar respons sistem lebih stabil. Penilaian pada penelitian ini mengacu pada standar TIPHON sebagai acuan untuk menentukan kategori kualitas waktu tunda dalam proses transmisi data pada jaringan [20].

Tabel 6. Ringkasan hasil pengujian IoT

Jarak Pengujian	Packet loss	Kategori Packet loss	Delay (ms)	Keterangan Delay
1 meter	0%	Sangat baik	257.7	Baik
5 meter	0%	Sangat baik	332.5	Cukup
10 meter	0%	Sangat baik	3.414,3	Buruk
15 meter	0%	Sangat baik	1.546,8	Buruk

3.5 Hasil Pengujian Akurasi dan Waktu Respons

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara data yang dibaca oleh sistem dan data yang tercatat pada *database*. Pengujian menggunakan 25 UID yang terdiri atas 20 UID yang telah terdaftar pada sistem dan 5 UID yang tidak terdaftar. Sebanyak 20 UID terdaftar digunakan untuk melakukan pengujian pencatatan waktu masuk dan waktu keluar, sedangkan 5 UID tidak terdaftar digunakan untuk menguji kemampuan sistem dalam mengenali dan memberikan respons terhadap UID yang belum terdaftar. Dari pengujian tersebut diperoleh total 45 proses pencatatan, yang seluruhnya berhasil dilakukan dengan benar berdasarkan kesesuaian data yang dibaca sistem dengan data yang tercatat pada *database*. Dengan demikian, akurasi yang diperoleh pada skenario pengujian tersebut adalah 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa pada skenario pengujian yang dilakukan, sistem mampu memverifikasi UID, membedakan proses masuk dan keluar, serta mencatat data kunjungan sesuai dengan hasil pembacaan RFID.



Gambar 3. Pengujian smart gate

Tabel 7. Ringkasan hasil pengujian akurasi dan waktu respons

No.	Status UID	Waktu Respon (ms)	Respon Sistem	Keterangan
1	Terdaftar	1.309	Akses Diterima	Berhasil
2	Terdaftar	1.742	Akses Diterima	Berhasil
3	Terdaftar	1.925	Akses Diterima	Berhasil
4	Terdaftar	924	Akses Diterima	Berhasil
5	Terdaftar	1.064	Akses Diterima	Berhasil
6	Terdaftar	879	Akses Diterima	Berhasil
7	Terdaftar	1.731	Akses Diterima	Berhasil
8	Terdaftar	1.126	Akses Diterima	Berhasil
9	Terdaftar	1.187	Akses Diterima	Berhasil
10	Terdaftar	1.300	Akses Diterima	Berhasil
11	Terdaftar	1.841	Akses Diterima	Berhasil
12	Terdaftar	1.621	Akses Diterima	Berhasil
13	Terdaftar	2.747	Akses Diterima	Berhasil
14	Terdaftar	758	Akses Diterima	Berhasil
15	Terdaftar	1.533	Akses Diterima	Berhasil
16	Terdaftar	1.216	Akses Diterima	Berhasil
17	Terdaftar	1.115	Akses Diterima	Berhasil
18	Terdaftar	1.579	Akses Diterima	Berhasil

No.	Status UID	Waktu Respon (ms)	Respon Sistem	Keterangan
19	Terdaftar	1.022	Akses Diterima	Berhasil
20	Terdaftar	1.344	Akses Diterima	Berhasil
21	Terdaftar	1.251	Akses Diterima	Berhasil
22	Terdaftar	852	Akses Diterima	Berhasil
23	Terdaftar	893	Akses Diterima	Berhasil
24	Terdaftar	1.147	Akses Diterima	Berhasil
25	Terdaftar	1.221	Akses Diterima	Berhasil
26	Terdaftar	1.081	Akses Diterima	Berhasil
27	Terdaftar	1.714	Akses Diterima	Berhasil
28	Terdaftar	1.044	Akses Diterima	Berhasil
29	Terdaftar	920	Akses Diterima	Berhasil
30	Terdaftar	761	Akses Diterima	Berhasil
31	Terdaftar	1.312	Akses Diterima	Berhasil
32	Terdaftar	1.216	Akses Diterima	Berhasil
33	Terdaftar	1.225	Akses Diterima	Berhasil
34	Terdaftar	1.237	Akses Diterima	Berhasil
35	Terdaftar	1.317	Akses Diterima	Berhasil
36	Terdaftar	1.158	Akses Diterima	Berhasil
37	Terdaftar	955	Akses Diterima	Berhasil
38	Terdaftar	1.234	Akses Diterima	Berhasil
39	Terdaftar	977	Akses Diterima	Berhasil
40	Terdaftar	1.098	Akses Diterima	Berhasil
41	Tidak Terdaftar	914	Akses Ditolak	Berhasil
42	Tidak Terdaftar	1.038	Akses Ditolak	Berhasil
43	Tidak Terdaftar	912	Akses Ditolak	Berhasil
44	Tidak Terdaftar	1.034	Akses Ditolak	Berhasil
45	Tidak Terdaftar	1.115	Akses Ditolak	Berhasil

Untuk mengetahui nilai Akurasi sistem pada dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi Sistem (\%)} &= (\text{Jumlah Pencatatan Benar} / \text{Total Proses Pencatatan}) \times 100\% \\
 \text{Akurasi Sistem (\%)} &= (45 / 45) \times 100\% \\
 \text{Akurasi Sistem (\%)} &= 100\%
 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk mengetahui nilai rata-rata waktu respons sistem pada dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (3) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata Waktu Respons} &= (\text{Jumlah Seluruh Waktu Respons}) / \text{Jumlah Percobaan} \\
 \text{Rata – rata Waktu Respons} \\
 &= (1.309 + 1.925 + 1.064 + 1.731 + 1.187 + 1.841 + 2.747 + 1.533 + 1.115 + 1.022 \\
 &+ 1.251 + 893 + 1.221 + 1.714 + 920 + 1.312 + 1.225 + 1.317 + 955 + 977 + 1.742 + 924 \\
 &+ 879 + 1.126 + 1.300 + 1.621 + 758 + 1.216 + 1.579 + 1.344 + 852 + 1.147 + 1.081 \\
 &+ 1.044 + 761 + 1.216 + 1.237 + 1.158 + 1.234 + 1.098 + 914 + 1.038 + 912 + 1.034 \\
 &+ 1.115) / 45 \\
 \text{Rata – rata Waktu Respons} &= 1.235,3\text{ms}
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Ringkasan hasil pengujian akurasi dan waktu respons

Parameter	Hasil Pengujian	Keterangan
Jumlah UID diuji	25 UID	Data kartu pengunjung
Total proses pencatatan	45 proses	Proses masuk dan keluar
Akurasi sistem	100%	Seluruh UID dapat diverifikasi
Rata-rata waktu respons	1.235,3 ms	Sekitar 1,23 detik
Packet loss	0%	Tidak ada paket hilang

Pengujian waktu respons dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sistem sejak kartu RFID berhasil terbaca hingga data kunjungan berhasil tercatat pada *database*. Proses tersebut meliputi pembacaan UID oleh RFID reader, pengiriman data melalui *Firestore*, penerimaan dan pemrosesan data oleh sistem, pencatatan data pada *database*, serta pengiriman respons untuk menjalankan aksi pada *smart gate*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata waktu respons sistem adalah 1.235,3 ms atau sekitar 1,23 detik. Nilai tersebut merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan sejak RFID terbaca hingga data kunjungan berhasil tercatat pada *database* pada skenario pengujian yang dilakukan.

3.6 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem pencatatan pengunjung dengan integrasi *smart gate* berbasis IoT dapat mengotomatisasi proses pencatatan yang sebelumnya dilakukan menggunakan formulir kunjungan secara manual di Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan. Pada sistem yang dikembangkan, pengunjung cukup melakukan tap kartu RFID untuk melakukan proses identifikasi, verifikasi, dan pencatatan kunjungan. Data kunjungan selanjutnya tersimpan pada *database* dan dapat ditampilkan melalui sistem web, sehingga petugas dapat memantau jumlah pengunjung, pengunjung aktif, dan riwayat kunjungan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan RFID dan sistem berbasis IoT dapat digunakan untuk mengotomatisasi proses pencatatan serta pengelolaan data kunjungan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menerapkan teknologi digital pada sistem buku tamu dan pencatatan kunjungan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan data [3]–[6].

Hasil pengujian RFID dan *smart gate* menunjukkan bahwa sistem dapat mengintegrasikan proses identifikasi pengguna dengan pengendalian akses fisik. Kartu RFID yang terdaftar dapat diverifikasi dan digunakan untuk proses akses masuk maupun keluar, sedangkan kartu yang tidak terdaftar menghasilkan respons verifikasi gagal. Integrasi RFID, mikrokontroler, *Firestore*, *Laravel*, *MySQL*, dan *motor stepper* memungkinkan proses identifikasi, pengiriman data, pencatatan kunjungan, dan pengendalian palang dilakukan dalam satu rangkaian sistem. Pemanfaatan RFID mendukung proses identifikasi pengguna, sedangkan mikrokontroler dan aktuator digunakan untuk menjalankan kendali terhadap perangkat fisik *smart gate* [8], [14], [21].

Dari sisi komunikasi data, *packet loss* sebesar 0% menunjukkan bahwa seluruh paket yang dikirim berhasil diterima selama skenario pengujian. Namun, peningkatan *delay* pada jarak 10 meter dan 15 meter menunjukkan bahwa jarak perangkat terhadap sumber jaringan dapat memengaruhi waktu respons komunikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada jarak 1 meter dan 5 meter, nilai rata-rata *delay* masih berada pada kategori baik, sedangkan pada jarak 10 meter dan 15 meter terdapat peningkatan *delay* dan latensi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa meskipun seluruh paket berhasil diterima, jarak perangkat terhadap sumber jaringan tetap perlu diperhatikan dalam penerapan sistem berbasis IoT. Oleh karena itu, penempatan perangkat pada area dengan kualitas sinyal Wi-Fi yang memadai perlu dipertimbangkan agar komunikasi data dan respons sistem dapat berjalan secara lebih stabil. [16]–[18].

Pada pengujian pencatatan dan verifikasi UID, terdapat 45 proses pengujian yang terdiri atas 20 proses pencatatan masuk, 20 proses pencatatan keluar, dan 5 proses verifikasi kartu RFID tidak terdaftar. Seluruh proses menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kondisi yang diharapkan, sehingga tingkat kesesuaian hasil pengujian mencapai 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada skenario pengujian yang dilakukan, sistem mampu mencatat proses masuk dan keluar untuk UID yang terdaftar serta memberikan respons verifikasi gagal terhadap UID yang tidak terdaftar. Dengan demikian, nilai 100% pada penelitian ini menunjukkan kesesuaian seluruh hasil pengujian terhadap kondisi yang diharapkan, bukan merupakan ukuran akurasi sistem secara umum di luar skenario pengujian.

Dari sisi waktu respons, sistem memperoleh rata-rata waktu respons sebesar 1.235,3 ms atau sekitar 1,23 detik, yang diukur sejak kartu RFID berhasil terbaca hingga data kunjungan berhasil tercatat pada *database*. Hasil tersebut menunjukkan waktu yang dibutuhkan sistem dalam menjalankan rangkaian proses identifikasi, pengiriman data melalui *Firestore*, pemrosesan data, hingga pencatatan pada *database*. Namun, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa waktu respons dapat dipengaruhi oleh kondisi komunikasi jaringan, sebagaimana terlihat dari peningkatan *delay* pada jarak pengujian yang lebih jauh. Oleh karena itu, kestabilan jaringan Wi-Fi menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam penerapan sistem.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan pencatatan pengunjung, verifikasi UID, pengendalian *smart gate*, serta pengelolaan data kunjungan secara terintegrasi. Kesesuaian hasil pengujian sebesar 100% pada 45 proses menunjukkan bahwa seluruh skenario pengujian menghasilkan keluaran sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Sementara itu, *packet loss* sebesar 0% menunjukkan bahwa seluruh paket berhasil diterima selama pengujian komunikasi IoT, meskipun nilai *delay* dan latensi meningkat pada jarak 10 meter dan 15 meter. Sistem masih memiliki keterbatasan berupa ketergantungan terhadap koneksi Wi-Fi dan komunikasi *real-time*. Apabila terjadi gangguan jaringan, proses pengiriman, verifikasi, dan pencatatan data dapat mengalami keterlambatan. Pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada penerapan mekanisme penyimpanan lokal sementara, peningkatan keamanan komunikasi dan data, serta integrasi dengan sistem akademik untuk memperluas pemanfaatan sistem.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem pencatatan pengunjung dengan integrasi *smart gate* berbasis *Internet of Things* (IoT) di Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan. Sistem yang dikembangkan menggunakan RFID sebagai media identifikasi pengunjung, mikrokontroler sebagai pusat kendali, *motor stepper* sebagai penggerak palang *smart gate*, *Firestore Realtime Database* sebagai media komunikasi IoT, serta *Laravel* dan *MySQL* sebagai sistem pengelolaan data berbasis web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca UID kartu RFID, melakukan verifikasi data pengguna, mencatat waktu masuk dan keluar, serta mengendalikan palang *smart gate* sesuai dengan status akses.

Pengujian menggunakan 25 UID dengan 45 proses pengujian yang terdiri atas proses pencatatan masuk, pencatatan keluar, dan verifikasi UID yang tidak terdaftar. Seluruh hasil pengujian menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kondisi yang diharapkan, sehingga tingkat kesesuaian hasil pengujian mencapai 100%. Pengujian komunikasi IoT pada jarak 1 meter, 5 meter, 10 meter, dan 15 meter menghasilkan *packet loss* sebesar 0%, yang menunjukkan bahwa seluruh paket yang dikirim berhasil diterima selama skenario pengujian. Rata-rata waktu respons sistem sebesar 1.235,3 ms atau sekitar 1,23 detik, yang diukur saat kartu RFID berhasil terbaca hingga data kunjungan berhasil tercatat pada *database*.

Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan dapat menjalankan proses identifikasi, pencatatan kunjungan, verifikasi akses, pengendalian *smart gate*, dan pengelolaan data secara terintegrasi sesuai dengan skenario pengujian yang dilakukan. Sistem masih memiliki keterbatasan berupa ketergantungan terhadap koneksi Wi-Fi dan komunikasi *real-time*. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan mekanisme penyimpanan lokal sementara, meningkatkan keamanan sistem, serta mengintegrasikan sistem dengan *database* akademik agar cakupan penerapannya dapat diperluas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Perpustakaan Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan izin, kesempatan, dan dukungan dalam proses observasi, pengumpulan data, serta pengujian sistem pencatatan pengunjung dengan integrasi *smart gate* berbasis *Internet of Things* (IoT). Selain itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, arahan, masukan, dan dukungan selama proses perancangan, implementasi, pengujian, hingga penyusunan artikel ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

REFERENSI

- [1] Y. Aryani, I. Aqil, and B. Paramita, "Penerapan Unified Modeling Language (UML) pada Digitalisasi Sistem Informasi Perpustakaan," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 1032–1040, 2025, doi: 10.47709/digitech.v4i2.5153.
- [2] I. M. D. Ardiada, A. T. P. Kusuma, and P. W. Rahayu, "E-Logbook Pengunjung Perpustakaan Berbasis Web Menggunakan Metode Rapid Application Development," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 17, no. 1, pp. 189–206, Jul. 2024, doi: <https://doi.org/10.51903/elkom.v17i1.1767>.
- [3] T. Hariono and E. Iflahah, "Pengembangan Sistem Pencatatan Buku Tamu Berbasis Qrcode," *Exact Pap. Compil.*, vol. 5, no. 2, pp. 31–36, 2023.
- [4] M. Ihksan and N. Abdillah, "Sistem Informasi Buku Tamu Perpustakaan Menggunakan QR Code Berbasis PHP Pada STIKes Syedza Saintika," *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 3, pp. 1405–1408, 2022.
- [5] R. B. Huwae, A. H. Jatmika, D. Ratnasari, H. Rosika, and N. M. R. A. Widyaswari, "Sistem Informasi Buku Tamu Perpustakaan Berbasis Website Di Museum Negeri Nusa Tenggara Barat," *J. Begawe Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 236–244, 2024.
- [6] M. A. P. Wibowo, "Perancangan dan Implementasi Sistem Buku Tamu Berbasis Web Menggunakan Framework Laravel untuk Meningkatkan Efisiensi Perpustakaan MAN 1 Banyuwangi," *JEKIN-Jurnal Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 679–692, 2025, doi: 10.58794/jekin.v5i2.1387.
- [7] S. Rachmatullah and N. H. Hari, "Penerapan Sistem Informasi Presensi Pengunjung Perpustakaan Berbasis RFID di SMA Negeri 1 Pamekasan," *Batara Wisnu Indones. J. Community Serv.*, vol. 2, no. 2, pp. 281–291, 2022.
- [8] F. F. Asshiddiqi, A. Triayudi, and R. T. Aldisa, "Pembangunan Smart Detection Absensi Berbasis Kartu RFID dan ESP 32," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 204, 2022, doi: 10.30865/json.v4i1.4912.
- [9] J. Bollenbach, S. Neubig, A. Hein, R. Keller, and H. Krcmar, *Enabling active visitor management: local, short-term occupancy prediction at a touristic point of interest*, vol. 26, no. 3. Springer Berlin Heidelberg, 2024. doi: 10.1007/s40558-024-00291-2.
- [10] J. N. D. Rivera, "VMS Support: A mobile-based support to computerized visitor management system," *Softw. Impacts*, vol. 8, no. January, p. 100056, 2021, doi: 10.1016/j.simpa.2021.100056.
- [11] S. Esabella, "Pengembangan Aplikasi Guest Book Pada Cagar Budaya Sumbawa Berbasis Progressive Web App (PWA)," *Bull. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 14–22, 2025.

- [12] H. H. Abrianto, K. Sari, and I. Irmayani, "Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOS D1 Mini," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 38–49, 2021, doi: 10.32672/jnkti.v4i1.2687.
- [13] D. Harianto, H. S. Bintang, Agus Ardiyanto, and V. L. D. Widyawan, "Development and Evaluation of an ESP32-based Temperature and Humidity Control Unit for Textile Storage," *Int. J. Eng. Contin.*, pp. 1–19, 2024.
- [14] A. Putra, V. F. Malau, J. Lumbantoruan, and I. Iswandi, "Perancangan Mesin Milling untuk Pembuatan Plat Dwikutub pada Teknologi Fuel Cell," *IRA J. Tek. Mesin dan Apl.*, vol. 4, no. 2, pp. 155–161, 2025, doi: 10.56862/irajtma.v4i2.277.
- [15] Uminingsih, M. N. Ichsanudin, M. Yusuf, and Suraya, "Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Ttesting Bagi Pemula," vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: <https://doi.org/10.55123/storage.v1i2.270>.
- [16] A. Hanif, R. Amri, and R. Amri, "Implementasi Internet Of Things Pada Protokol MQTT Dan HTTP Dalam Sistem Pendeteksi Banjir," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 498, Nov. 2023, doi: 10.35314/isi.v8i2.3767.
- [17] M. U. Burhani, D. Novianto, and R. V. Yuliantari, "Analisis Komunikasi Nirkabel Menggunakan IoT Network Protocols pada Stasiun Cuaca Mini," vol. 7, no. 2, pp. 325–328, 2023.
- [18] C. Austin, M. Mulyadi, and S. Octaviani, "Analisis Komparasi Protokol Websocket dan MQTT Dalam Proses Push Notification," *J. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 46–55, Jan. 2024, doi: 10.25170/jurnalelektro.v15i2.5141.
- [19] A. D. Rochendi, I. Kampono, M. Husni, R. Sutiadi, L. M. Silalahi, and Rachmatullah, "Alat Bantu Training Elektronika Berbasis Internet Of Things Dengan Logika Fuzzy Menggunakan Nodemcu," vol. 10, no. 2, pp. 287–300, 2021, doi: <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i2.1348>.
- [20] S. Purwo and A. Tajuddin, "Monitoring dan Analisis QoS Jaringan Wireless LAN di Gedung Harni Koesno : Studi Kasus dengan Wireshark dan Thiphone," vol. 14, no. 1, pp. 27–35, 2026.
- [21] M. Arifin, N. Wivanius, and P. N. Batam, "Assembly Modul Pembaca Transponder RFID dan Pengujiannya," pp. 14–18, 2023.