

IMPLEMENTASI SISTEM DOOR LOCK BERBASIS RFID YANG TERINTEGRASI DENGAN PLATFORM GOLITE IOT DI PT INGRESS INDUSTRIAL INDONESIA

Amar Agung Subekti, Sophian Andhika Sardi, Anggi Alfin

Teknik Informatika, Universitas Pelita Bangsa

Jalan Inspeksi Kalimalang No 9 Cikarang, Bekasi, Indonesia

amarsubekti62@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih digunakannya sistem penguncian konvensional pada akses ruangan di PT Ingress Industrial Indonesia. Kondisi tersebut menimbulkan keterbatasan dalam pemantauan aktivitas secara *real-time* serta tidak tersedianya pencatatan digital, sehingga riwayat akses pengguna sulit ditelusuri dan dianalisis. Permasalahan ini berpotensi meningkatkan risiko keamanan serta menurunkan tingkat akuntabilitas pengelolaan akses. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem keamanan pintu berbasis *Radio Frequency Identification* (RFID) yang terintegrasi dengan *platform Internet of Things* (IOT). Metode yang digunakan adalah pendekatan *Prototype* dengan arsitektur *edge-to-cloud*. Sistem dibangun menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, modul RFID RC522 sebagai media autentikasi, serta solenoid *door lock* sebagai aktuator. Data akses dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi menuju platform *GoLite* IOT untuk penyimpanan dan visualisasi dalam bentuk *dashboard* berbasis web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan autentikasi pengguna, mencatat aktivitas akses secara *real-time*, serta menyediakan monitoring terpusat. Implementasi ini memberikan peningkatan pada aspek keamanan berbasis data, transparansi akses, serta efisiensi operasional dibandingkan metode konvensional.

Kata kunci : *Door Lock, RFID, Internet of Things (IOT), ESP32, GoLite IOT, Room Security*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *digital* dan otomatisasi industri telah mendorong kebutuhan terhadap sistem keamanan yang lebih adaptif, efisien, dan terintegrasi, khususnya dalam pengelolaan akses ruangan. Penggunaan kunci manual konvensional yang masih banyak diterapkan saat ini memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain tidak tersedianya pencatatan aktivitas secara digital, keterbatasan dalam pemantauan akses, serta tingginya risiko kehilangan atau penyalahgunaan kunci. Di sisi lain, teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) menawarkan mekanisme autentikasi tanpa kontak yang lebih praktis dan relatif aman, namun pada implementasinya masih banyak sistem yang bersifat lokal dan belum terintegrasi dengan platform pemantauan berbasis *Internet of Things* (IOT) [1].

Kondisi tersebut juga ditemukan di PT Ingress Industrial Indonesia, di mana sistem pengelolaan akses ruangan belum mampu mendukung pencatatan aktivitas secara *real-time* maupun menyediakan audit trail yang terstruktur. Hal ini menyebabkan proses *monitoring* dan evaluasi keamanan menjadi kurang optimal. Selain itu, pengelolaan hak akses yang belum terpusat berpotensi menimbulkan inkonsistensi data dan kesalahan operasional. Permasalahan ini menunjukkan adanya kebutuhan akan sistem keamanan yang tidak hanya mampu melakukan autentikasi, tetapi juga mendukung pencatatan dan pemantauan berbasis data secara terintegrasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem *door lock* berbasis RFID yang terintegrasi dengan platform *GoLite* IOT menggunakan

pendekatan arsitektur *edge-to-cloud*. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, modul RFID sebagai media identifikasi pengguna, serta jaringan komunikasi untuk mengirimkan data akses ke server secara *real-time*. Data yang dikirimkan kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk *dashboard* berbasis web yang memungkinkan administrator untuk melakukan *monitoring* aktivitas, pengelolaan hak akses, serta analisis data secara terpusat [2].

Sebagai upaya penyelesaian permasalahan, sistem yang dikembangkan mengintegrasikan proses autentikasi, pencatatan aktivitas, dan *monitoring* dalam satu platform berbasis IOT. Dengan pendekatan ini, setiap aktivitas akses dapat direkam secara otomatis dan tersimpan dalam basis data, sehingga memudahkan proses pelacakan dan evaluasi. Hasil dari penelitian ini berupa prototipe sistem yang mampu meningkatkan aspek keamanan melalui pencatatan digital, memperkuat akuntabilitas dalam pengelolaan akses, serta meningkatkan efisiensi operasional dibandingkan metode konvensional. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam mendukung implementasi transformasi digital di lingkungan industri berbasis IOT.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini membahas berbagai pengembangan sistem keamanan pintu berbasis Teknologi *Internet of Things* (IOT) yang memanfaatkan mikrokontroler, RFID, serta integrasi dengan platform digital. Berdasarkan penelitian terdahulu, penggunaan perangkat seperti ESP32,

Arduino, dan NodeMCU terbukti mampu meningkatkan sistem keamanan melalui berbagai metode autentikasi, seperti pengenalan wajah, PIN, dan kartu RFID. Beberapa sistem juga telah dilengkapi dengan fitur *monitoring* berbasis *website* maupun aplikasi *mobile*, sehingga memungkinkan kontrol akses secara *real-time* [3].

Selain itu, penerapan RFID menjadi salah satu solusi utama dalam sistem keamanan karena kemampuannya dalam melakukan identifikasi secara cepat dan tanpa kontak langsung. Beberapa penelitian bahkan mengombinasikan RFID dengan metode tambahan seperti *keypad* dan sensor PIR untuk menciptakan sistem keamanan berlapis yang lebih andal. Di sisi lain, penggunaan platform IOT seperti *Blynk* atau sistem berbasis *cloud* memungkinkan pengguna untuk memantau status pintu dan menerima notifikasi secara langsung melalui perangkat *smartphone* [4].

Dari aspek perangkat keras, komponen seperti solenoid *door lock*, relay, dan sensor pendukung berperan penting dalam mengotomatisasi proses buka-tutup pintu. Metode pengembangan yang banyak digunakan adalah metode *prototyping*, karena mampu menghasilkan sistem yang fleksibel melalui proses evaluasi dan perbaikan berulang [5].

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem keamanan pintu berbasis IOT memiliki keunggulan dalam hal efisiensi, fleksibilitas, dan kemudahan akses. Namun, masih terdapat peluang pengembangan dalam integrasi sistem yang lebih optimal, sehingga penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem *door lock* berbasis RFID yang terintegrasi dengan platform *GoLite* IOT untuk meningkatkan kinerja dan keandalan sistem [6].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang untuk menghasilkan solusi sistem keamanan akses yang lebih efektif melalui pemanfaatan teknologi terkini. Dalam proses pengembangannya, diperlukan pendekatan metodologis yang mampu mengakomodasi kebutuhan, tetapi juga relevan dengan kondisi nyata di lapangan [7].

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dan sistem dengan metode *Prototype* yang memungkinkan pengembangan dilakukan secara iteratif dan berorientasi pada kebutuhan pengguna. Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah dan studi literatur, dilanjutkan dengan pengumpulan data melalui wawancara. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memahami sistem yang berjalan serta merumuskan kebutuhan sistem baru. Berdasarkan hasil analisis, dilakukan perancangan sistem yang mencakup aspek arsitektur, perangkat keras, dan perangkat lunak, kemudian dikembangkan dalam bentuk *prototype* awal.

Prototype tersebut selanjutnya dievaluasi dan disempurnakan hingga sesuai dengan kebutuhan, sebelum diimplementasikan dan diuji secara menyeluruh. Tahap akhir dilakukan analisis hasil untuk menarik kesimpulan dan memberikan rekomendasi pengembangan sistem lebih lanjut [8].



Gambar 1. Alur Penelitian

3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah PT Ingress Industrial Indonesia, yang dipilih karena masih menggunakan sistem keamanan konvensional. Lingkungan industri dengan banyak area terbatas menjadikan kebutuhan sistem akses terpusat dan *real-time* sangat relevan.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan wawancara (*Interview*) dengan pendekatan semi-terstruktur. Wawancara dilakukan kepada *stakeholder* terkait, seperti pihak manajemen, tim operasional, dan pengguna akhir, untuk memperoleh informasi secara langsung mengenai kondisi sistem keamanan yang sedang berjalan. Pendekatan ini dipilih agar peneliti dapat menggali data secara lebih fleksibel dan mendalam sesuai dengan kebutuhan penelitian [9].

Tujuan wawancara adalah untuk mengidentifikasi permasalahan pada sistem konvensional, serta merumuskan kebutuhan sistem baru yang mencakup kebutuhan fungsional dan non-

fungsional. Selain itu, wawancara juga digunakan untuk mengetahui ekspektasi pengguna terhadap sistem yang akan dikembangkan. Data yang diperoleh kemudian menjadi dasar dalam proses perancangan sistem agar solusi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan [10].

3.4. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Prototype*, yang memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap dan iteratif dengan melibatkan pengguna dalam setiap tahap evaluasi. Metode ini dipilih agar sistem yang dikembangkan dapat menyesuaikan kebutuhan pengguna secara lebih akurat.

Tahapan pengembangan diawali dengan identifikasi kebutuhan, yang meliputi penyusunan spesifikasi kebutuhan sistem serta penentuan arsitektur sistem berbasis *edge-to-cloud*. Selanjutnya dilakukan pengembangan prototype awal dengan membangun *firmware* pada ESP32 untuk membaca data RFID, mengirimkan data ke platform IOT *GoLite*, serta menampilkan informasi awal pada *dashboard* [11].

Prototype yang telah dikembangkan kemudian dievaluasi melalui pengujian oleh pengguna untuk memperoleh umpan balik terhadap kinerja dan kesesuaian sistem. Hasil evaluasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam tahap penyempurnaan sistem, yang mencakup penambahan fitur validasi akses, peningkatan aspek keamanan, pengembangan *dashboard* yang lebih lengkap, serta optimalisasi performa dan konektivitas sistem.

Tahap akhir adalah implementasi dan pengujian sistem pada lingkungan nyata dengan skala terbatas (*single door*). Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan dengan baik, meliputi pengujian fungsionalitas, kinerja sistem, serta *User Acceptance Test* (UAT) untuk menilai tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

3.5. Arsitektur Sistem

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *edge-to-cloud*, yang mengintegrasikan perangkat di lapangan dengan platform berbasis *cloud* untuk mendukung pemrosesan dan monitoring data secara *real-time*. Pada sisi *edge device*, sistem memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan modul RFID sebagai alat autentikasi serta solenoid *door lock* sebagai aktuatur pengunci pintu.

Data akses yang dihasilkan dari proses autentikasi kemudian dikirimkan secara langsung melalui jaringan internet ke platform *GoLite IOT* yang berperan sebagai *cloud backend*. Platform ini berfungsi untuk menyimpan data, memproses informasi, serta menyediakan layanan visualisasi melalui *dashboard* berbasis *web*.

Melalui arsitektur ini, seluruh aktivitas akses pintu dapat dimonitor secara *real-time* oleh

administrator, sehingga memungkinkan pengelolaan sistem keamanan yang lebih terpusat, terstruktur, dan berbasis data.

3.6. Analisis dan Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk merumuskan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan berdasarkan hasil pengumpulan data dan identifikasi permasalahan. Kebutuhan sistem dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

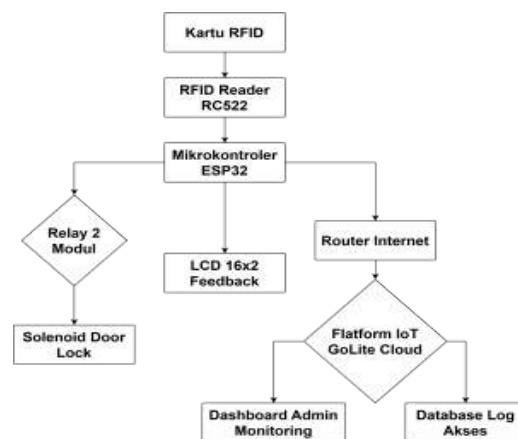
Kebutuhan fungsional mencakup kemampuan sistem dalam melakukan autentikasi pengguna menggunakan teknologi RFID, menyimpan data *log* akses secara terstruktur, menyediakan monitoring aktivitas secara *real-time* melalui platform IOT, serta mendukung manajemen pengguna untuk mengatur hak akses secara terpusat.

Sementara itu, kebutuhan non-fungsional berkaitan dengan kualitas sistem yang harus dipenuhi, meliputi keamanan data untuk menjaga kerahasiaan dan integritas informasi, kecepatan respon sistem dalam memproses data akses, serta kemudahan penggunaan agar sistem dapat dioperasikan secara efektif oleh pengguna.

Dengan pemenuhan kedua aspek kebutuhan tersebut, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan solusi yang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga andal, aman, dan mudah digunakan dalam mendukung operasional di lingkungan industri.

3.7. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam penelitian ini dilakukan secara menyeluruh untuk menggambarkan struktur dan alur kerja sistem yang akan dikembangkan. Perancangan mencakup arsitektur sistem, rangkaian perangkat keras, serta alur logika sistem yang divisualisasikan dalam bentuk diagram.

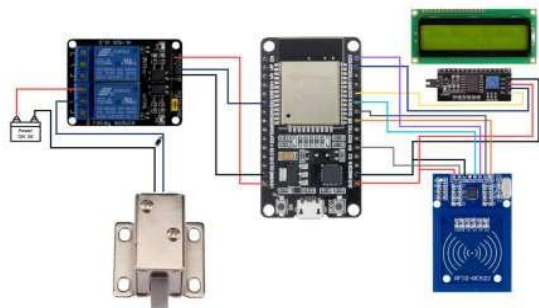


Gambar 2. Diagram Blok Arsitektur Sistem Door Lock

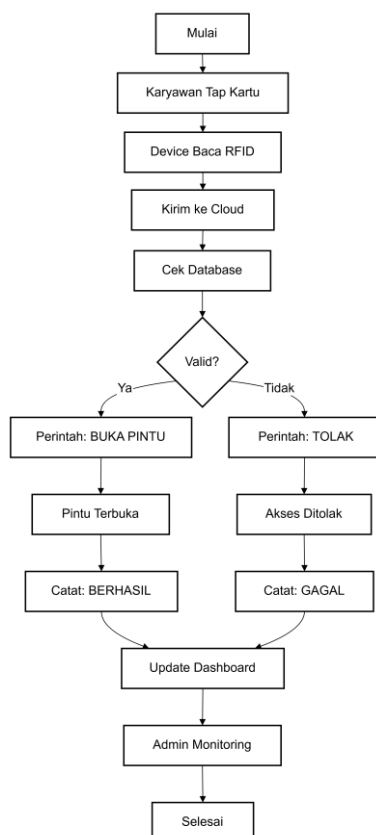
Pada Gambar 2, ditunjukkan diagram blok arsitektur sistem *door lock* berbasis IOT yang

menggunakan pendekatan *edge-to-cloud*. Arsitektur ini menggambarkan hubungan antara perangkat di lapangan (ESP32, RFID, dan solenoid lock) sebagai *edge device* dengan platform GoLite IOT sebagai *cloud backend*. Data akses yang dihasilkan dari proses autentikasi dikirimkan ke *cloud* untuk disimpan dan ditampilkan dalam bentuk dashboard *monitoring* secara *real-time* [12].

Selanjutnya, pada Gambar 3, ditampilkan skematik rangkaian perangkat keras yang menggambarkan hubungan antar komponen utama sistem. Rangkaian ini menunjukkan bagaimana ESP32 terhubung dengan modul RFID sebagai input, relay sebagai pengontrol aktuatur, serta solenoid *door lock* sebagai mekanisme pengunci pintu. Rancangan ini memastikan seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi dalam menjalankan fungsi sistem.



Gambar 3. Skematik Rangkaian Perangkat Keras Sistem



Gambar 4. Flowchart Proses Sistem Door Lock Berbasis IOT

Sementara itu, Gambar 4 menunjukkan *flowchart* proses sistem *door lock* berbasis IOT yang menggambarkan alur kerja sistem secara logis. Proses dimulai dari pembacaan kartu RFID oleh perangkat, kemudian data dikirim ke sistem untuk dilakukan validasi terhadap *database*. Jika data dinyatakan valid, sistem akan memberikan perintah untuk membuka pintu, sedangkan jika tidak valid, akses akan ditolak. *Flowchart* ini menjadi dasar dalam pengembangan logika program yang diimplementasikan pada sistem.

Secara keseluruhan, perancangan sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, dapat bekerja secara terintegrasi sehingga sistem mampu beroperasi secara efektif, *real-time*, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem *door lock* berbasis RFID mampu bekerja sesuai dengan fungsinya dalam mengelola akses pintu secara otomatis. Proses pengujian dilakukan dengan menempelkan kartu RFID pada modul pembaca, sebagaimana ditunjukkan pada gambar, yang memperlihatkan kondisi sistem saat membaca kartu dan memberikan respon terhadap akses [13]

Tabel 1. Implementasi Sistem Door Lock Berbasis RFID pada *Prototype Hardware*

No	Gambar	Proses
1		Pendaftaran Kartu RFID
2		Informasi Kartu Telah Di daftarkan
3		Pengujian RFID Terdaftar
4		Pengujian RFID Tidak Terdaftar

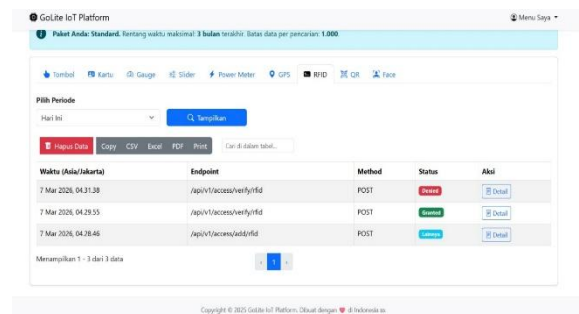
Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat membaca kartu RFID dengan jarak efektif sekitar 2–5 cm. Ketika kartu yang digunakan terdaftar, sistem akan mengaktifkan relay sehingga pintu terbuka, serta menampilkan status akses diterima pada LCD.

Sebaliknya, jika kartu tidak terdaftar, sistem akan menolak akses dan pintu tetap terkunci, disertai informasi penolakan pada LCD.

Selain itu, sistem juga mampu mengirimkan data aktivitas akses ke platform IOT secara *real-time*, sehingga aktivitas penggunaan pintu dapat dimonitor melalui *dashboard*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berjalan secara efektif baik dari sisi kontrol akses maupun *monitoring*.

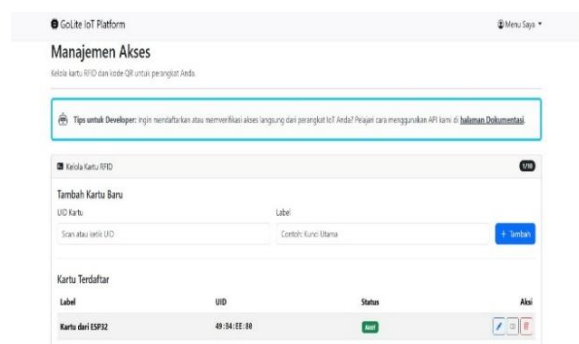
4.2. Implementasi Dashboard IOT

Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan dashboard berbasis IOT yang berfungsi untuk melakukan *monitoring* aktivitas akses secara *real-time*. Gambar pertama menunjukkan tampilan *dashboard* yang menampilkan data aktivitas akses seperti UID kartu RFID, status akses (*granted/denied*), serta waktu penggunaan. *Dashboard* ini memungkinkan administrator untuk memantau secara langsung setiap kejadian akses pintu yang terjadi di sistem.



Gambar 5. Dashboard Golite IOT

Pada gambar kedua, terlihat bagian manajemen akses di platform IOT, di mana kartu RFID dapat didaftarkan dan dipantau statusnya. Sistem ini menampilkan informasi mengenai UID kartu yang terdaftar, yang digunakan untuk proses autentikasi saat pembacaan kartu, serta memungkinkan manajemen akses lebih lanjut dengan fitur tambahan seperti menambah atau menghapus kartu.



Gambar 6. Monitoring Log akses di Golite IOT

Hasil implementasi ini menunjukkan bahwa data yang dikirimkan dari perangkat berhasil diolah dan divisualisasikan dengan baik di platform GoLite IOT. Data aktivitas, seperti waktu dan status akses,

tersimpan dan dapat dilihat secara langsung di *dashboard*, memberikan kemampuan bagi pengguna untuk melakukan *monitoring* dan analisis terhadap aktivitas akses secara lebih efisien.

4.3. Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem mampu membaca kartu RFID pada jarak efektif sekitar 2–5 cm. Berdasarkan Tabel 2 yang menunjukkan skenario pengujian, berikut adalah hasil pengujian sistem pada berbagai kondisi :

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

No	Skenario Pengujian	Proses Pengujian	Hasil
1	Pembacaan kartu RFID	Kartu RFID ditempelkan pada modul RC522	Kartu berhasil terbaca
2	RFID terdaftar	Kartu terdaftar ditempelkan	Relay aktif dan pintu terbuka
3	RFID tidak terdaftar	Kartu yang tidak terdaftar ditempelkan	Akses ditolak dan pintu tetap terkunci
4	Tampilan LCD	Sistem membaca kartu	LCD menampilkan status akses
5	Pengiriman data IOT	Akses berhasil dilakukan	Data muncul pada <i>dashboard GoLite</i>

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat membaca kartu RFID dengan baik, mengelola akses pintu secara otomatis berdasarkan status kartu, serta memonitor aktivitas akses secara *real-time* melalui platform IOT.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem *door lock* berbasis RFID yang terintegrasi dengan platform GoLite IOT berhasil dikembangkan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, modul RFID RC522, relay, dan LCD. Sistem ini mampu melakukan autentikasi pengguna berdasarkan UID kartu yang terdaftar dengan baik, dan memberikan respon yang tepat, seperti membuka pintu ketika kartu terdaftar dan menolak akses ketika kartu tidak terdaftar. Integrasi sistem dengan platform IOT memungkinkan *monitoring* aktivitas akses secara *real-time* melalui *dashboard* yang tersedia, meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam pengelolaan akses dibandingkan dengan sistem penguncian konvensional.

Namun demikian, meskipun sistem yang dikembangkan telah berjalan dengan baik, masih terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan. Pertama, untuk meningkatkan tingkat keamanan, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan metode autentikasi tambahan seperti *fingerprint* atau *face recognition*. Kedua, fitur notifikasi otomatis melalui aplikasi *mobile* atau email

dapat ditambahkan untuk memberi informasi kepada pengguna atau administrator ketika terjadi aktivitas akses pintu. Selain itu, sistem dapat diperbaiki dengan menggunakan *database* yang lebih terstruktur untuk menyimpan data aktivitas akses secara lebih sistematis, yang akan memudahkan analisis dan pengelolaan data. Pengembangan lebih lanjut juga dapat mencakup penambahan backup sistem atau mode *offline* yang memungkinkan sistem tetap berfungsi meskipun terjadi gangguan pada jaringan internet. Dengan demikian, pengembangan-pengembangan ini akan memperkuat sistem yang sudah ada dan meningkatkan kinerjanya di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ziad, E. Darnila, and Kurniawati, "Development and Implementation of an ESP32 Microcontroller and Monitoring System for Smart Door Lock Using RFID Sensor for E-KTP ID and Fingerprint Based on the Internet of Things," *Proc. Malikussaleh Int. Conf. Multidiscip. Stud.*, vol. 4, p. 23, 2024, doi: 10.29103/micoms.v4i.908.
- [2] A. N. M. Andreas and R. Arijanto, "Rancang Bangun Smart Home IoT dengan Integrasi Kunci RFID dan Otomasi Elektronik," *Bit-Tech (Binary Digital Technology)*, vol. 7, no. 2, pp. 235–243, 2024, doi: 10.32877/bt.v7i2.1729.
- [3] Siregar, "Implementasi Sistem Akses Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Teknologi Fingerprint Berbasis IoT (ESP32, Telegram)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 1, no. 1, pp. 12–23, 2025.
- [4] A. Sucipto et al., "Penerapan Sistem Keamanan Otomatis Kunci Pintu Rumah dengan Microcontroller ESP32 Berbasis Website," *Journal of Electrical, Electronic, Mechanical, Informatics and Social Applied Science*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.58991/eemisas.v3i1.47.
- [5] R. F. Rizky, A. T. Zy, and A. S. Sunge, "Smart Door Lock System Using Arduino Based Voice Recognition," *Bulletin of Information Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 239–244, 2023.
- [6] S. Budiyo et al., "Smart Door Lock Prototype Design at Internet of Things-Based Airport," in *Proc. 5th Int. Conf. Computer, Informatics and Engineering (IC2IE)*, 2022, pp. 331–334, doi: 10.1109/IC2IE56416.2022.9970074.
- [7] M. N. Ramadhan and D. Yendri, "Sistem Keamanan Pintu dengan Fitur Remote Keyless Menggunakan Metode Pendekatan PUF," *Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking*, vol. 6, no. 2, pp. 103–116, 2025.
- [8] Z. H. Al-Zahra, F. E. Mardiana, and M. Yasin, "Implementasi Logika Sistem Smart Door Lock Berbasis ESP32 dengan Kontrol Aplikasi Mobile untuk Peningkatan Keamanan menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *JITS: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 6, no. 4, 2025, doi: 10.62527/jitsi.
- [9] T. Fergiwana et al., "Implementasi Sistem Kontrol Akses Pintu Menggunakan RFID yang Dimonitor Secara Real-Time melalui Aplikasi Blynk," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis*, pp. 818–822, 2025.
- [10] V. N. Tahun et al., "Implementasi Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Arduino," *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, vol. 11, no. 2, pp. 100–106, 2023.
- [11] S. Nasiroh, "Penerapan Internet of Things (IoT) pada Sistem Pengaman Pintu dengan Sidik Jari Berbasis Arduino," *Perwira Journal of Science & Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 58–61, 2022, doi: 10.54199/pjse.v2i2.142.
- [12] S. C. D. Akbar, S. Defit, and B. Hendrik, "Segmentasi Tunggakan Pelanggan Menggunakan Algoritma K-Means Cluster pada Perusahaan Air Minum Daerah," *Jurnal Pustaka AI*, vol. 5, no. 2, pp. 349–355, 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i2.1215.
- [13] K. Adrian, "Design and Construction of the RFID PUSTIKOM Door System," *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 7, no. 2, pp. 25–36, 2025.