

Sistem Pengunci Pintu Otomatis Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Kartu RFID Dan Aplikasi *Mobile* Untuk Rumah Pintar

Muchyin Nufus¹, Mukhsin Nuzula², Muhammad Ichsan³

Fakultas Teknik Universitas Jabal Ghafur, Gle Gapui-Sigli

muchyin000@gmail.com¹, mukhsinnuzula54@gmail.com², ichsanamir83@gmail.com³

Abstract - The rapid development of *Internet of Things* (IoT) technology has encouraged the implementation of smart home systems, particularly in the field of residential security. Door locking mechanisms are critical components that determine the level of safety in a smart home environment. Conventional mechanical locks still present several weaknesses, such as the risk of key loss, duplication, and the absence of real-time monitoring. This study presents the design and implementation of an automatic door locking system based on IoT using RFID authentication integrated with a mobile application. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the main controller, an RFID RC522 module for user identification, a keypad as an alternative access method, a solenoid door lock as the locking actuator, and a reed switch sensor to detect door position. The Blynk platform is used as a mobile interface to monitor door status and control access remotely. The system supports local operation, allowing access through RFID and keypad even when the internet connection is unavailable. System testing shows that the RFID authentication process operates reliably with a response time of less than two seconds. Communication between the ESP32 and the mobile application runs stably under normal network conditions. The implementation results indicate that the proposed system is capable of improving door security while maintaining ease of use and operational flexibility. This system can be applied as an effective smart door lock solution for residential environments and has the potential to be further developed with additional security features.

Keywords - IoT, Smart door lock, RFID, ESP32, Mobile Application.

Abstrak - Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) mendorong penerapan sistem rumah pintar, khususnya pada aspek keamanan hunian. Sistem penguncian pintu merupakan komponen penting yang menentukan tingkat keamanan suatu rumah. Penggunaan kunci mekanis konvensional masih memiliki berbagai keterbatasan, seperti risiko kehilangan kunci, duplikasi, serta tidak adanya pemantauan kondisi pintu secara langsung. Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem pengunci pintu otomatis berbasis IoT menggunakan autentikasi RFID yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile*. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, modul RFID RC522 sebagai media identifikasi pengguna, *keypad* sebagai metode akses alternatif, *solenoid door lock* sebagai aktuator pengunci, serta sensor *reed switch* untuk mendeteksi kondisi pintu. Aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka *mobile* untuk memantau status pintu dan mengendalikan sistem dari jarak jauh. Sistem tetap dapat beroperasi secara lokal menggunakan RFID dan *keypad* ketika koneksi internet tidak tersedia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses autentikasi RFID berjalan dengan stabil dan memiliki waktu respons kurang dari dua detik. Komunikasi antara ESP32 dan aplikasi *mobile* berjalan dengan baik selama koneksi jaringan tersedia. Berdasarkan hasil implementasi, sistem ini mampu meningkatkan keamanan pintu rumah sekaligus memberikan kemudahan dan fleksibilitas bagi pengguna. Sistem yang dikembangkan dapat dijadikan solusi pengunci pintu otomatis untuk lingkungan rumah pintar dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut.

Kata Kunci - IoT, Pengunci Pintu Otomatis, RFID, ESP32, Aplikasi *Mobile*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong lahirnya berbagai inovasi dalam bidang otomasi dan keamanan, salah satunya melalui penerapan konsep *Internet of*

Things (IoT). IoT memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat melakukan pertukaran data dan dikendalikan secara jarak jauh. Penerapan IoT dalam lingkungan rumah tangga, khususnya pada sistem keamanan, menjadi solusi yang semakin relevan seiring meningkatnya kebutuhan akan keamanan dan kenyamanan hunian [6].

Sistem pengunci pintu merupakan komponen utama dalam sistem keamanan rumah. Penggunaan kunci mekanis konvensional masih memiliki sejumlah keterbatasan, seperti risiko kehilangan kunci, duplikasi yang tidak sah, serta tidak adanya mekanisme pemantauan kondisi pintu secara real-time. Kondisi tersebut mendorong pengembangan sistem pengunci pintu otomatis yang memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan tingkat keamanan dan fleksibilitas akses [2], [6].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem pengunci pintu otomatis berbasis IoT dengan pendekatan teknologi yang beragam. Asyasyauqi mengembangkan sistem keamanan pintu otomatis berbasis IoT menggunakan RFID dan aplikasi *mobile* dengan metode *Fuzzy Mamdani* sebagai pengambil keputusan. Meskipun mampu meningkatkan adaptivitas sistem, penggunaan logika *fuzzy* menambah kompleksitas implementasi [1]. Islamudin dan Dijaya merancang sistem keamanan rumah pintar berbasis IoT dengan *monitoring* melalui aplikasi *mobile*, namun sistem tersebut lebih berfokus pada otomasi umum dan belum menekankan pengendalian akses individual [2].

Penelitian lain oleh Fadly et al. menerapkan teknologi face recognition dengan platform Telegram sebagai media *monitoring* dan *controlling* pintu kamar kos. Pendekatan ini memiliki tingkat keamanan yang tinggi, tetapi membutuhkan perangkat tambahan dan sumber daya komputasi yang lebih besar [3]. Ghifari mengembangkan *smart door lock* berbasis IoT untuk tiga pintu menggunakan NodeMCU dan RFID, dengan fokus pada pengendalian multi-pintu melalui jaringan WiFi [4]. Sementara itu, Wijayanto mengembangkan sistem pengunci pintu otomatis berbasis IoT menggunakan RFID, *keypad*, dan aplikasi *mobile* Blynk sebagai notifikasi keamanan [5].

Meskipun memiliki kesamaan tema, sebagian besar penelitian terdahulu masih memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan penuh pada koneksi internet, belum tersedianya fitur akses darurat, serta belum adanya mekanisme cadu daya cadangan ketika terjadi pemadaman listrik. Padahal, aspek keandalan sistem merupakan faktor penting dalam sistem keamanan pintu rumah yang dituntut selalu siap beroperasi [7], [8].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem pengunci pintu otomatis berbasis *Internet of Things* menggunakan kartu RFID dan aplikasi *mobile*. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan autentikasi RFID dan PIN sebagai akses darurat, aplikasi *mobile* Blynk untuk *monitoring* dan kontrol jarak jauh, serta baterai cadangan sebagai sumber daya alternatif. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan sistem pengunci pintu rumah yang lebih praktis, andal, dan sesuai dengan kebutuhan rumah pintar modern, sekaligus mempertahankan keaslian penelitian dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya [1]–[5].

II. SIGNIFIKANSI STUDI

Bagian signifikansi studi menjelaskan posisi penelitian dalam konteks pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada bidang sistem keamanan berbasis *Internet of Things* (IoT). Pada bagian ini dipaparkan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan, serta penjelasan mengenai bahan dan metode yang digunakan dalam penelitian. Pembahasan signifikansi studi bertujuan untuk menunjukkan kontribusi penelitian ini

dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sekaligus menjelaskan pendekatan yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian.

A. Studi Literatur

Penerapan sistem pengunci pintu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) telah banyak diteliti sebagai solusi untuk meningkatkan keamanan hunian. Teknologi IoT memungkinkan perangkat keamanan rumah terhubung dengan jaringan internet sehingga dapat dipantau dan dikendalikan secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile*. Pendekatan ini dinilai efektif dalam memberikan kemudahan akses serta meningkatkan kontrol pengguna terhadap sistem keamanan rumah [6].

Beberapa penelitian mengimplementasikan teknologi RFID sebagai metode autentikasi pada sistem pengunci pintu otomatis. RFID memiliki keunggulan berupa kecepatan identifikasi dan kemudahan penggunaan karena tidak memerlukan kontak fisik langsung. Namun, sistem yang hanya mengandalkan satu metode autentikasi masih berpotensi mengalami kelemahan keamanan, terutama jika kartu RFID hilang atau disalahgunakan oleh pihak lain [7].

Penelitian lain mengombinasikan RFID dengan aplikasi *mobile* sebagai media *monitoring* dan kontrol sistem pengunci pintu. Integrasi ini memungkinkan pemilik rumah memantau status pintu dan melakukan pengendalian dari jarak jauh. Meskipun demikian, sebagian sistem masih bergantung penuh pada koneksi internet, sehingga tidak dapat beroperasi secara optimal ketika jaringan mengalami gangguan [8].

Selain itu, beberapa pengembangan sistem pengunci pintu otomatis menggunakan metode autentikasi lanjutan seperti biometrik atau pengenalan wajah. Walaupun memiliki tingkat keamanan yang tinggi, penerapan metode tersebut memerlukan perangkat keras tambahan dengan biaya relatif mahal dan kompleksitas implementasi yang lebih tinggi, sehingga kurang sesuai untuk penggunaan rumah tangga sederhana [9].

Berdasarkan kajian literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih diperlukan sistem pengunci pintu otomatis berbasis IoT yang memiliki tingkat keamanan memadai, mudah digunakan, serta tetap dapat beroperasi secara lokal tanpa ketergantungan penuh terhadap koneksi internet. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem yang mengombinasikan autentikasi RFID dan *keypad*, serta terintegrasi dengan aplikasi *mobile* sebagai media *monitoring* dan kontrol yang fleksibel.

B. Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan metode perancangan dan implementasi sistem. Sistem dikembangkan dalam bentuk *prototype* pengunci pintu otomatis berbasis *Internet of Things* yang diterapkan pada satu pintu rumah sebagai objek penelitian.

Bahan utama yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem, modul RFID RC522 sebagai media autentikasi pengguna, *keypad* 4×4 sebagai alternatif akses berbasis PIN, *solenoid door lock* sebagai aktuator pengunci, sensor *reed switch* untuk mendeteksi kondisi pintu, serta LCD I2C 16×2 sebagai media tampilan informasi sistem. Aplikasi Blynk digunakan sebagai platform IoT untuk *monitoring* dan pengendalian sistem melalui perangkat *mobile*.

Metode pengembangan sistem dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi *prototype*, serta pengujian fungsional sistem. Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai dengan fungsinya, termasuk proses autentikasi RFID dan PIN, respons aktuator pengunci, serta komunikasi antara perangkat dan aplikasi *mobile*.

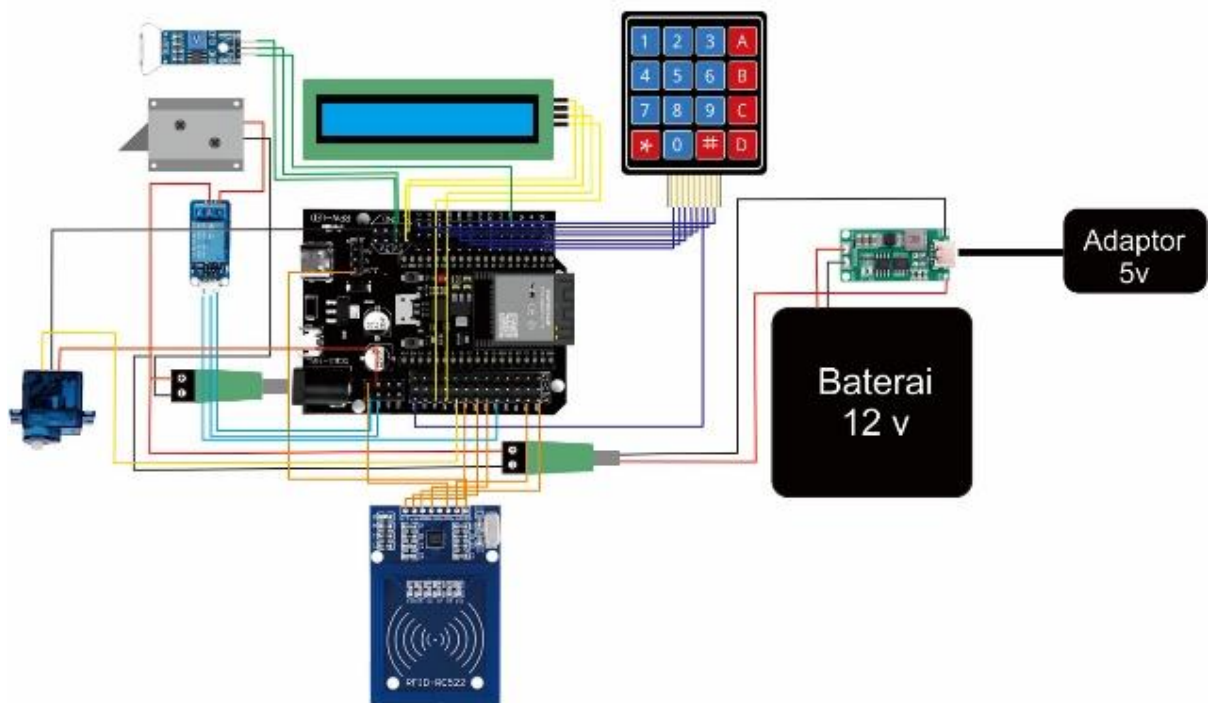
Evaluasi sistem dilakukan dengan mengamati waktu respons, kestabilan komunikasi, serta kemampuan sistem dalam beroperasi secara lokal ketika koneksi internet tidak tersedia. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai kelayakan sistem sebagai solusi pengunci pintu otomatis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil implementasi dan pengujian dari sistem pengunci pintu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dikembangkan, serta pembahasan terhadap kinerja sistem berdasarkan hasil yang diperoleh. Pembahasan difokuskan pada kemampuan sistem dalam menjalankan fungsi autentikasi, mekanisme penguncian dan pembukaan pintu, keandalan catu daya, serta integrasi sistem dengan aplikasi *mobile*. Hasil yang diperoleh dianalisis untuk menilai kesesuaian sistem dengan tujuan penelitian dan permasalahan yang telah dirumuskan pada bagian pendahuluan.

A. Hasil Implementasi Sistem

Sistem pengunci pintu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) telah berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan yang direncanakan. Sistem ini mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, modul RFID RC522 dan *keypad* sebagai media autentikasi, relay dan *solenoid door lock* sebagai mekanisme penguncian, servo motor sebagai penggerak daun pintu, serta baterai lithium 12 volt sebagai catu daya cadangan.

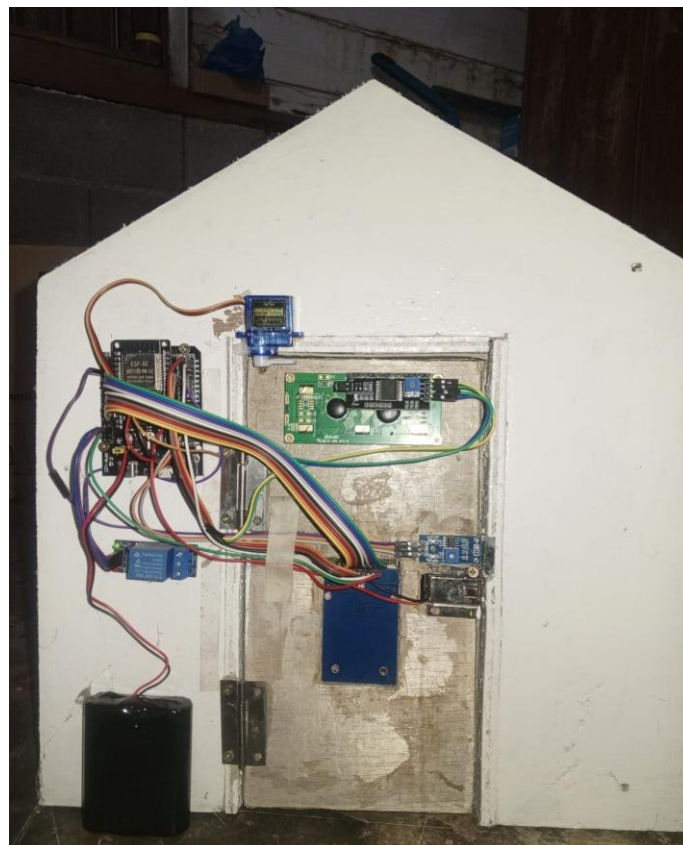


Gambar 1. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang ditunjukkan pada Gambar 1 menggambarkan hubungan antara seluruh komponen perangkat keras dan aplikasi *mobile*. ESP32 menerima data autentikasi dari RFID dan *keypad*, kemudian memproses data tersebut untuk menentukan keputusan akses. Jika autentikasi dinyatakan valid, ESP32 mengaktifkan relay untuk membuka *solenoid door lock* dan menggerakkan servo motor agar pintu dapat terbuka secara otomatis.



Gambar 2. Implementasi Hardware (Tampak Depan)



Gambar 4. Implementasi Hardware (Tampak Belakang)

Hasil implementasi perangkat keras sistem dapat dilihat pada Gambar 2, yang menunjukkan bahwa seluruh komponen telah terhubung dan bekerja secara terintegrasi. Servo motor digunakan sebagai aktuator mekanis untuk membantu pergerakan buka dan tutup pintu, sedangkan fungsi penguncian utama tetap dilakukan oleh *solenoid door lock*. Pemisahan fungsi ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan sistem, karena kegagalan pada servo tidak secara langsung menyebabkan pintu terbuka tanpa melalui mekanisme penguncian.

Selain itu, sistem dilengkapi dengan baterai lithium 12 volt sebagai sumber daya cadangan. Baterai ini terhubung ke sistem melalui rangkaian catu daya sehingga dapat menyuplai energi ketika terjadi pemadaman listrik. Dengan adanya baterai cadangan, sistem keamanan pintu tetap dapat beroperasi dan tidak kehilangan fungsi penguncian pada kondisi darurat.

Aplikasi *mobile* berbasis Blynk digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk memantau dan mengendalikan sistem. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat melihat status pintu, membuka pintu secara manual, serta mengatur fitur tertentu seperti aktivasi atau deaktivasi *keypad*. Integrasi ini memberikan fleksibilitas tambahan dalam pengelolaan sistem keamanan pintu.

B. Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai dengan perancangan. Pengujian mencakup autentikasi RFID, autentikasi PIN melalui *keypad*, respon aktuator servo dan *solenoid door lock*, serta kinerja sistem saat menggunakan sumber daya utama dan sumber daya cadangan.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN

No	Skenario Pengujian	Metode	Hasil
1	Autentikasi RFID	Scan kartu	Berhasil
2	Autentikasi PIN	Input <i>keypad</i>	Berhasil
3	Kartu tidak terdaftar	Scan RFID	Ditolak
4	Kontrol via aplikasi	Blynk	Berhasil
5	Operasi tanpa internet	RFID & PIN	Berhasil

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel I. Berdasarkan hasil tersebut, sistem mampu mengenali kartu RFID yang terdaftar dan menolak kartu yang tidak memiliki hak akses. Autentikasi melalui *keypad* juga berjalan dengan baik, di mana sistem hanya membuka pintu ketika PIN yang dimasukkan sesuai dengan data yang tersimpan.

Pengujian aktuator menunjukkan bahwa relay dan *solenoid door lock* dapat bekerja secara stabil dalam mengunci dan membuka pintu. Servo motor juga mampu menggerakkan daun pintu secara otomatis setelah proses autentikasi berhasil. Kombinasi antara servo dan solenoid membuat proses akses pintu menjadi lebih praktis dan terkontrol.

Pengujian terhadap catu daya cadangan menunjukkan bahwa baterai lithium 12 volt mampu menyuplai daya sistem ketika sumber listrik utama terputus. Pada kondisi ini, sistem tetap dapat menjalankan fungsi autentikasi RFID dan *keypad*, serta mempertahankan kondisi pintu dalam keadaan terkunci. Hasil ini menunjukkan bahwa baterai cadangan berperan penting dalam menjaga keandalan sistem keamanan pintu.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN PERFORMA

Metode Akses	Waktu Respons (detik)
RFID	< 2
<i>Keypad</i>	2 – 3
Aplikasi <i>Mobile</i>	< 3

Dari sisi performa, waktu respons sistem untuk setiap metode akses disajikan pada Tabel II. Autentikasi RFID memiliki waktu respons paling cepat karena proses verifikasi dilakukan secara lokal. Kontrol melalui aplikasi *mobile* memiliki waktu respons yang sedikit lebih lama karena dipengaruhi oleh kondisi jaringan internet.

C. Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem pengunci pintu otomatis berbasis IoT yang dikembangkan telah mampu memenuhi tujuan penelitian. Penggunaan autentikasi ganda berupa RFID dan *keypad* memberikan tingkat keamanan yang lebih baik dibandingkan sistem yang hanya menggunakan satu metode akses.

Keberadaan servo motor sebagai penggerak pintu memberikan kemudahan tambahan bagi pengguna, karena pintu dapat terbuka dan tertutup secara otomatis setelah autentikasi berhasil. Sementara itu, *solenoid door lock* tetap berfungsi sebagai mekanisme penguncian utama, sehingga keamanan fisik pintu tetap terjaga.

Penggunaan baterai lithium 12 volt sebagai catu daya cadangan menjadi salah satu keunggulan sistem ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem tetap dapat beroperasi saat terjadi pemadaman listrik, sehingga risiko pintu tidak dapat dikunci atau dibuka pada kondisi darurat dapat diminimalkan. Fitur ini sangat relevan untuk sistem keamanan rumah yang dituntut selalu siap beroperasi.

Integrasi dengan aplikasi *mobile* memberikan fleksibilitas dalam pemantauan dan pengendalian sistem dari jarak jauh. Namun demikian, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa fitur kontrol jarak jauh bergantung pada kestabilan koneksi internet. Oleh karena itu, autentikasi lokal melalui RFID dan *keypad* tetap menjadi komponen utama untuk menjamin keandalan sistem.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang stabil, responsif, dan sesuai untuk diterapkan pada lingkungan rumah pintar. Meskipun masih memiliki keterbatasan, seperti belum tersedianya penyimpanan *log* akses permanen, sistem ini telah berhasil memberikan solusi keamanan pintu rumah yang efektif, praktis, dan adaptif.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pengunci pintu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan RFID dan aplikasi *mobile* berhasil dikembangkan dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, modul RFID, *keypad*, servo motor, *solenoid door lock*, serta sensor *reed switch* dalam satu kesatuan sistem keamanan pintu yang saling terhubung dan bekerja secara terkoordinasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa autentikasi menggunakan kartu RFID dan PIN *keypad* berjalan dengan baik serta memiliki waktu respons yang cepat dan stabil. Penggunaan autentikasi ganda terbukti meningkatkan tingkat keamanan pintu dibandingkan sistem yang hanya mengandalkan satu metode akses. Selain itu, servo motor berfungsi secara efektif sebagai penggerak mekanisme buka dan tutup pintu, sementara *solenoid door lock* tetap berperan sebagai pengunci utama yang menjaga keamanan fisik pintu.

Sistem juga menunjukkan keandalan yang baik dalam berbagai kondisi operasional. Keberadaan baterai lithium 12 volt sebagai catu daya cadangan memungkinkan sistem tetap beroperasi saat terjadi pemadaman listrik, sehingga fungsi penguncian dan autentikasi pintu tetap terjaga. Integrasi dengan aplikasi *mobile* berbasis Blynk memberikan fleksibilitas tambahan dalam pemantauan dan pengendalian sistem dari jarak jauh, meskipun fitur ini bergantung pada kestabilan koneksi internet.

Secara keseluruhan, sistem pengunci pintu otomatis yang dikembangkan mampu memberikan solusi keamanan pintu rumah yang praktis, responsif, dan adaptif terhadap kondisi lingkungan. Sistem ini layak diterapkan pada lingkungan rumah pintar dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fitur keamanan dan manajemen akses yang lebih lengkap.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada institusi tempat penulis menempuh pendidikan atas fasilitas dan dukungan akademik yang diberikan, serta kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan arahan, masukan, dan bantuan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

VI. REFERENSI

- [1] Asysyauqi. Sistem Keamanan Pintu Otomatis Berbasis *Internet of Things* Menggunakan RFID dan Aplikasi *Mobile* dengan Metode *Fuzzy Mamdani*. Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi. Tahun terbit sesuai skripsi; vol(no): halaman.
- [2] Islamudin R, Dijaya R. Penerapan Teknologi *Internet of Things* untuk Sistem Keamanan Rumah Pintar Berbasis Aplikasi *Mobile*. Jurnal Informatika dan Sistem Informasi. 2022; 8(1): 15–23.
- [3] Fadly M, dkk. Sistem Keamanan Pintu Kamar Kos Menggunakan Face Recognition dengan Telegram sebagai Media *Monitoring* dan *Controlling*. Jurnal Teknologi Informasi. Tahun terbit sesuai skripsi; vol(no): halaman.
- [4] Ghifari. Rancang Bangun *Smart door lock* Tiga Pintu Menggunakan RFID Modul WiFi NodeMCU V3 Berbasis *Internet of Things*. Jurnal Informatika Terapan. 2023; 5(2): 67–74.
- [5] Wijayanto A. Sistem Pengunci Pintu Otomatis Berbasis *Internet of Things* Menggunakan RFID dan Aplikasi *Mobile*. Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi. 2022; 6(1): 44–51.
- [6] Irianto, K. D. A *Mobile Application Development Based on IoT Technology*. International Journal of Secure and Efficient Communication Systems, 2025. *Smart door lock* dengan aplikasi *mobile* berbasis IoT dan mikrokontroler.
- [7] Wijanarko, Y. Implementation of an RFID RC522 and IoT-Based Automatic Door Lock System. Indonesian Journal of Advanced Information and Digital Media, 2025.
- [8] Saputra, F., & Hidayat, T. Analysis of Smart Lock Door System Using ESP32, (2024).
- [9] *Smart door lock* System Using IoT — Paper umum yang dipublikasikan di International Journal of Scientific and Research Publications (IJRPR).
- [10] Publications Found on ResearchGate – Door Security System using RFID Based on IoT..
- [11] Imran, M. A., Fikry, M., & Retno, S. Enhancing Academic Security with RFID-Based Smart Locks and Real-Time Attendance Tracking. Micoms Conference Proceedings, 2024.