

Sistem Kunci Pintu Berbasis IOT dengan RFID untuk Meningkatkan Kemudahan Akses Pada Lansia

Rosalina Wadjin¹, Mohammad Sidqon²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Elektro & Informatika Cerdas
Universitas 17 Agustus 1945^{1,2}

*Email: rosalinawadjin2@gmail.com¹, sidqon@untag-sby.ac.id

Sejarah Artikel:

Diterima 03-07-2026
Disetujui 09-07-2026
Diterbitkan 11-07-2026

ABSTRACT

This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based door lock system using Radio Frequency Identification (RFID) technology to improve accessibility for elderly users. The background of this research is based on the physical and cognitive limitations experienced by elderly individuals, which often make it difficult to use conventional door locks. The method used includes hardware design involving RFID modules, microcontrollers, and integration with an IoT platform for remote monitoring and control. This system allows users to unlock the door using an RFID card without requiring a physical key and provides real-time access notifications. The testing results show that the system operates with high RFID reading accuracy and fast response time. In addition, the system is considered more practical and easier to use by elderly users compared to conventional locking systems. Therefore, the implementation of IoT and RFID technology in door lock systems can improve both security and accessibility for elderly users. This research is expected to provide an innovative solution to support the independence of elderly people in their living environments.

Keywords: Internet of Things, RFID, Smart Door Lock, Elderly, Home Security

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kunci pintu berbasis Internet of Things (IoT) dengan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) guna meningkatkan kemudahan akses bagi lansia. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada keterbatasan fisik dan kognitif lansia yang sering mengalami kesulitan dalam menggunakan kunci konvensional. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras menggunakan modul RFID, mikrokontroler, serta integrasi dengan platform IoT untuk monitoring dan kontrol jarak jauh. Sistem ini memungkinkan pengguna membuka pintu hanya dengan kartu RFID tanpa perlu kunci fisik, serta memberikan notifikasi akses secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan tingkat akurasi pembacaan RFID yang tinggi dan respons yang cepat. Selain itu, sistem ini dinilai lebih praktis dan mudah digunakan oleh lansia dibandingkan sistem konvensional. Dengan demikian, penerapan teknologi IoT dan RFID pada sistem kunci pintu dapat meningkatkan keamanan sekaligus kemudahan akses bagi pengguna lansia. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung kemandirian lansia di lingkungan tempat tinggalnya.

Kata kunci: Internet of Things, RFID, Smart Door Lock, Lansia, Keamanan Rumah

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Wadjin, R. ., & Sidqon, M. . (2026). Sistem Kunci Pintu Berbasis IOT dengan RFID untuk Meningkatkan Kemudahan Akses Pada Lansia. Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(4), 7697-7707. <https://doi.org/10.63822/xbv7gm63>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan pengaruh besar terhadap transformasi sistem keamanan dan kenyamanan pada lingkungan hunian modern. IoT memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data, monitoring, dan pengendalian secara otomatis. Salah satu implementasi IoT yang berkembang dalam bidang keamanan adalah smart door lock, yaitu sistem kunci pintu pintar yang memungkinkan akses dilakukan secara digital menggunakan teknologi seperti Radio Frequency Identification (RFID), sensor, maupun aplikasi berbasis smartphone. Dibandingkan dengan sistem kunci konvensional, smart door lock memiliki keunggulan dalam aspek kemudahan, efisiensi, dan keamanan karena mampu mengurangi risiko kehilangan kunci serta meningkatkan kontrol akses pengguna.

Pemanfaatan teknologi RFID dalam sistem keamanan berbasis IoT telah menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan kemudahan akses dan pengendalian pengguna. Gadupu et al. (2021) menjelaskan bahwa penerapan RFID pada sistem penguncian berbasis IoT mampu meningkatkan efektivitas pengendalian akses melalui proses identifikasi otomatis tanpa kontak fisik secara langsung. Teknologi ini menjadi relevan bagi kelompok lanjut usia (lansia) yang sering mengalami keterbatasan fisik, seperti penurunan kemampuan motorik halus, kekuatan genggaman tangan, dan fungsi penglihatan. Dengan sistem otomatis berbasis RFID, lansia dapat melakukan akses pintu secara lebih mudah, aman, dan mandiri tanpa memerlukan tenaga fisik yang besar.

Pengembangan sistem smart door lock berbasis IoT juga telah dilakukan oleh Anas Fakhruddin dan Denny Irawan (2024) menggunakan ESP32, RFID, dan aplikasi Telegram sebagai media monitoring akses pintu secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi teknologi tersebut mampu meningkatkan keamanan akses serta memberikan kemudahan pemantauan aktivitas pintu dari jarak jauh. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi IoT tidak hanya berperan sebagai sistem keamanan, tetapi juga dapat menjadi teknologi asistif (*assistive technology*) yang mendukung kemandirian pengguna, khususnya lansia dan penyandang disabilitas.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem smart door lock berbasis IoT, sebagian besar masih berfokus pada aspek keamanan umum dan efisiensi sistem, sementara kebutuhan khusus pengguna lansia pada lingkungan panti sosial atau hunian lanjut usia belum banyak menjadi perhatian. Lansia memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan pengguna umum, terutama dalam aspek keterbatasan fisik, kemudahan penggunaan, dan kebutuhan pengawasan keamanan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem kunci pintu pintar yang tidak hanya mengutamakan aspek teknologi, tetapi juga mempertimbangkan kenyamanan dan aksesibilitas bagi pengguna lansia.

Urgensi penelitian ini semakin meningkat seiring dengan perubahan demografi Indonesia menuju aging population. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, jumlah penduduk lansia di Indonesia telah mencapai lebih dari 10% dari total populasi nasional. Peningkatan jumlah lansia tersebut membutuhkan inovasi teknologi yang mampu mendukung kehidupan yang lebih mandiri, aman, dan nyaman. Dalam konteks ini, penerapan smart door lock berbasis IoT dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keamanan hunian, mengurangi risiko kecelakaan domestik, serta menciptakan lingkungan yang lebih inklusif bagi lansia.

Permasalahan serupa ditemukan pada Yayasan Karya Luhur Bina Kasih Surabaya sebagai lokasi penelitian. Berdasarkan hasil observasi awal, sebagian penghuni lansia mengalami kesulitan dalam menggunakan kunci mekanis akibat keterbatasan fisik, terutama pada kekuatan genggaman tangan dan kemampuan penglihatan. Kondisi tersebut dapat menyebabkan pintu tidak terkunci dengan baik maupun

meningkatkan ketergantungan lansia terhadap bantuan petugas panti. Selain itu, keterbatasan sistem monitoring akses pintu juga dapat mengurangi efektivitas pengawasan keamanan oleh pengelola maupun keluarga penghuni.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem smart door lock berbasis IoT dengan teknologi RFID dan integrasi Telegram Bot sebagai media monitoring serta notifikasi akses pintu secara real-time. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pengguna membuka pintu menggunakan kartu RFID tanpa memerlukan kunci fisik, sementara aktivitas akses dapat dipantau oleh petugas maupun keluarga pengguna melalui aplikasi Telegram. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan solusi teknologi asistif yang ramah lansia, meningkatkan keamanan dan kemudahan akses, serta mendukung konsep Active Ageing yang dikemukakan oleh World Health Organization (WHO) melalui optimalisasi kesehatan, partisipasi, dan keamanan untuk meningkatkan kualitas hidup lansia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terapan (applied experimental research) untuk merancang, membangun, dan menguji sistem kunci pintu pintar berbasis Internet of Things (IoT) dengan teknologi Radio Frequency Identification (RFID). Sistem dikembangkan melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, dengan komponen utama berupa NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, RFID RC522 sebagai autentikasi pengguna, servo motor sebagai aktuator kunci pintu, LED dan buzzer sebagai indikator, serta Telegram Bot sebagai media notifikasi akses secara real-time.

Objek penelitian adalah sistem smart door lock berbasis IoT yang diterapkan pada Yayasan Karya Luhur Bina Kasih Surabaya untuk membantu lansia yang mengalami keterbatasan dalam penggunaan kunci konvensional. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan analisis hasil. Proses kerja sistem dilakukan melalui pembacaan kartu RFID oleh sensor, verifikasi data oleh NodeMCU, pengaktifan servo apabila akses diterima, serta pengiriman notifikasi melalui Telegram Bot.

Variabel penelitian terdiri dari variabel independen berupa sistem kunci pintu berbasis IoT dan RFID yang diukur melalui otomatisasi sistem, akurasi pembacaan RFID, kecepatan respon, serta kestabilan sistem. Variabel dependen berupa kemudahan akses dan keamanan pengguna lansia yang dilihat dari kenyamanan, kemudahan penggunaan, serta kemampuan sistem dalam mencegah akses tidak sah.

Subjek penelitian adalah penghuni lansia dan petugas Yayasan Karya Luhur Bina Kasih Surabaya. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, eksperimen, dan dokumentasi. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja pembacaan RFID, respon sistem, keberhasilan notifikasi, serta efektivitas penerapan smart door lock dalam meningkatkan keamanan dan kemudahan akses bagi lansia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Respon Sistem

Pengujian respon sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca kartu RFID, mengontrol akses pintu, serta mengirimkan notifikasi Telegram secara real-time. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kartu RFID terdaftar dan tidak terdaftar untuk memastikan integrasi antara RFID RC522, NodeMCU ESP8266, servo motor, LED indikator, dan Telegram Bot berjalan sesuai

rancangan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kartu terdaftar berhasil membuka pintu dan mengirimkan notifikasi *access granted*, sedangkan kartu tidak terdaftar ditolak dengan status *access denied*. Waktu respon sistem berada pada rentang 1,0–1,3 detik yang dipengaruhi oleh koneksi internet dan komunikasi data antara NodeMCU dengan Telegram Bot.

Tabel 1 Pengujian Respon Sistem

Jenis Pengujian	Respon Sistem	Notifikasi Telegram	Waktu Respon	Status
Kartu Terdaftar	Pintu terbuka	Access Granted	1,0 detik	Berhasil
Kartu Terdaftar	Pintu terbuka	Access Granted	1,2 detik	Berhasil
Kartu Tidak Terdaftar	Pintu terkunci	Access Denied	1,3 detik	Berhasil
Kartu Terdaftar	Pintu terbuka	Access Granted	1,1 detik	Berhasil
Kartu Tidak Terdaftar	Pintu terkunci	Access Denied	1,0 detik	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu bekerja dengan baik dalam memberikan akses maupun menolak akses sesuai identifikasi kartu RFID.

Pengujian Stabilitas Sistem

Pengujian stabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem bekerja secara berulang tanpa mengalami gangguan yang signifikan. Parameter yang diuji meliputi pembacaan RFID, respon servo motor, indikator LED, buzzer, dan pengiriman notifikasi Telegram.

Tabel 2 Pengujian Stabilitas

No	Jumlah Percobaan	Sistem Error	Sistem Normal	Keterangan
1	5	0	5	Stabil
2	10	1	9	Stabil
3	15	2	13	Stabil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja stabil dengan total 30 percobaan. Gangguan yang terjadi disebabkan oleh kondisi jaringan internet, namun sistem tetap dapat kembali berjalan normal tanpa restart perangkat.

Analisis Performa Sistem

Analisis performa dilakukan untuk mengetahui kecepatan respon dan tingkat keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsi autentikasi, kontrol akses, dan notifikasi.

Tabel 3 Ringkasan Performa Sistem

No	Parameter	Hasil Pengujian
1	Waktu Respon Tercepat	1,0 detik
2	Waktu Respon Terlama	1,3 detik
3	Rata-rata Waktu Respon	1,12 detik

4	Tingkat Keberhasilan Sistem	90%
5	Tingkat Error Sistem	10%

Berdasarkan hasil pengujian, sistem memiliki rata-rata respon 1,12 detik dengan tingkat keberhasilan 90%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara cepat dan stabil dalam proses autentikasi RFID, pengendalian servo motor, serta pengiriman notifikasi Telegram.

Analisis Efisiensi Sistem

Analisis efisiensi dilakukan untuk membandingkan sistem RFID berbasis IoT dengan kunci konvensional berdasarkan kemudahan penggunaan, kecepatan akses, dan kemampuan monitoring.

Tabel 4 Analisis Efisiensi Sistem

No	Aspek	Kunci Konvensional	Sistem RFID Berbasis IoT
1	Proses Akses	Menggunakan anak kunci	Menggunakan kartu RFID
2	Waktu Akses	Lebih lama	Lebih cepat
3	Kemudahan Penggunaan	Membutuhkan tenaga fisik	Cukup menempelkan kartu
4	Monitoring Akses	Tidak tersedia	Telegram Bot real-time
5	Risiko Kehilangan Kunci	Tinggi	Lebih rendah
6	Kesesuaian Lansia	Sedang	Tinggi

Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem RFID berbasis IoT lebih efektif dibandingkan kunci konvensional karena lebih mudah digunakan, memiliki monitoring jarak jauh, serta sesuai untuk kebutuhan lansia.

Analisis Keamanan dan Usability

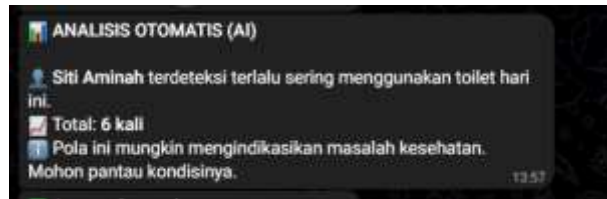
Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan dan kemudahan penggunaan sistem bagi lansia.

Tabel 5 Analisis Keamanan dan Usability Sistem

No	Aspek	Hasil Analisis
1	Autentikasi Pengguna	Menggunakan kartu RFID terdaftar
2	Pencegahan Akses Tidak Sah	Kartu tidak terdaftar ditolak
3	Monitoring Keamanan	Notifikasi Telegram real-time
4	Kemudahan Penggunaan	Cukup menempelkan kartu RFID
5	Kemudahan Lansia	Tidak membutuhkan anak kunci
6	Indikator Sistem	LED dan buzzer memberikan informasi
7	Keamanan Sistem	Akses hanya untuk pengguna terdaftar

Berdasarkan hasil analisis, sistem mampu meningkatkan keamanan melalui autentikasi RFID dan monitoring Telegram Bot. Dari sisi usability, sistem lebih mudah digunakan lansia karena tidak membutuhkan kunci mekanis maupun tenaga fisik besar. Dengan demikian, sistem dapat mendukung peningkatan keamanan dan kemandirian lansia di Yayasan Karya Luhur Bina Kasih Surabaya.

Implementasi Analisis Pola Perilaku Lansia



Gambar 1. Notifikasi Analisis Otomatis AI

Pada Gambar 1 menunjukkan hasil analisis pola perilaku lansia berdasarkan frekuensi penggunaan toilet harian. Sistem AI mendeteksi bahwa pengguna melakukan enam kali kunjungan dalam satu hari yang melebihi batas normal. Berdasarkan hasil analisis tersebut, sistem memberikan peringatan otomatis sebagai indikasi adanya pola perilaku yang perlu diperhatikan oleh petugas atau keluarga.

Implementasi Sistem Rekomendasi Kebersihan Toilet



Gambar 2. Notifikasi Kebersihan Toilet

Pada Gambar 2 menunjukkan sistem rekomendasi kebersihan toilet berbasis data historis penggunaan. AI menganalisis jumlah kunjungan selama tujuh hari terakhir untuk menentukan waktu penggunaan tertinggi. Berdasarkan hasil analisis, sistem memberikan rekomendasi waktu pembersihan optimal serta notifikasi apabila jumlah penggunaan telah mencapai batas tertentu sejak pembersihan terakhir.

Implementasi Kontrol Akses Cerdas



Gambar 3. Notifikasi Access Denied – Ruang Sedang Digunakan

Pada Gambar 3 menunjukkan implementasi kontrol akses cerdas pada ruangan dengan kapasitas satu pengguna. Sistem AI mendeteksi kondisi ruangan berdasarkan histori akses masuk dan keluar. Apabila ruangan sedang digunakan, akses pengguna berikutnya akan ditolak dan sistem memberikan informasi status okupansi kepada administrator atau petugas melalui notifikasi.

Struktur Data Pendukung AI

Implementasi AI pada sistem Smart Door Lock didukung oleh beberapa tabel basis data yang digunakan untuk menyimpan data analisis, histori aktivitas, dan hasil monitoring pengguna. Data tersebut digunakan oleh sistem untuk melakukan analisis secara real-time maupun historis.

1. Tabel ai_analytics



ai_analytics	
id	int(11)
analysis_type	enum
rfid_uid	varchar(50)?
details	text?
severity	enum
action_taken	varchar(200)?
analyzed_at	timestamp

Gambar 4. Database Tabel ai_analytics

Tabel ai_analytics digunakan untuk menyimpan hasil analisis AI seperti deteksi brute force, pola mencurigakan, dan anomali perilaku pengguna. Data ini digunakan untuk evaluasi keamanan serta pengembangan sistem AI.

Tabel 6 Database Tabel ai_analytics

Kolom	Tipe Data	Keterangan
analysis_type	VARCHAR	Jenis analisis AI
rfid_uid	VARCHAR	Hash RFID pengguna
details	JSON	Detail hasil analisis
severity	ENUM	Tingkat ancaman
analyzed_at	DATETIME	Waktu analisis

Tabel ini menjadi pusat penyimpanan seluruh hasil deteksi AI sehingga sistem dapat melakukan evaluasi pola keamanan secara berkelanjutan.

2. Tabel lansia_toilet_status



lansia_toilet_status	
rfid_uid	varchar(50)
lansia_name	varchar(100)
in_toilet	tinyint(1)
entered_toilet_at	timestamp?
last_status_change	timestamp
alert_sent	tinyint(1)
alert_type	varchar(50)?
alert_sent_at	timestamp?

Gambar 5 Database Tabel lansia_toilet_status

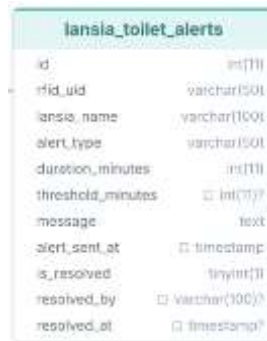
Tabel lansia_toilet_status digunakan untuk menyimpan kondisi pengguna lansia secara real-time berdasarkan aktivitas masuk dan keluar toilet.

Tabel 7 Database Tabel lansia_toilet_status

Kolom	Keterangan
in_toilet	Status keberadaan pengguna di toilet
entered_toilet_at	Waktu masuk toilet
alert_sent	Status pengiriman peringatan
alert_sent_at	Waktu terakhir alert
alert_type	Jenis peringatan
last_status_change	Perubahan status terakhir

Melalui tabel ini, sistem dapat menghitung durasi penggunaan toilet dan mendeteksi aktivitas yang melebihi batas waktu.

3. Tabel lansia_toilet_alerts

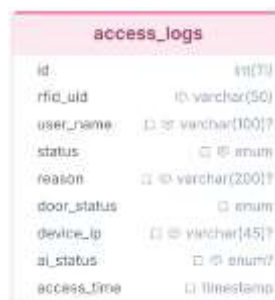


lansia_toilet_alerts	
id	int(11)
rfid_uid	varchar(50)
lansia_name	varchar(100)
alert_type	varchar(50)
duration_minutes	int(11)
threshold_minutes	int(11)
message	text
alert_sent_at	timestamp
is_resolved	tinyint(1)
resolved_by	varchar(100)
resolved_at	timestamp

Gambar 6 Database Tabel lansia_toilet_alerts

Tabel lansia_toilet_alerts menyimpan riwayat notifikasi yang dikirim sistem terkait pemantauan aktivitas lansia. Data ini digunakan AI untuk menganalisis pola perilaku seperti frekuensi kunjungan dan durasi penggunaan toilet.

4. Tabel access_logs



access_logs	
id	int(11)
rfid_uid	varchar(50)
user_name	varchar(100)
status	enum
reason	varchar(200)
door_status	enum
device_ip	varchar(45)
ai_status	enum
access_time	timestamp

Gambar 7 Database Tabel access_logs

Tabel access_logs merupakan sumber data utama bagi modul AI. Setiap aktivitas RFID, baik akses berhasil maupun gagal, disimpan untuk kebutuhan analisis keamanan dan perilaku pengguna.

Data pada tabel ini digunakan untuk mendukung deteksi brute force, analisis pola penggunaan, serta sistem rekomendasi kebersihan berdasarkan histori aktivitas pengguna.

Keamanan Data dan Privasi Dalam Sistem AI

Keamanan data dan privasi diterapkan untuk melindungi identitas pengguna pada sistem Smart Door Lock berbasis AI. Sistem menggunakan metode hashing pada UID RFID sebelum disimpan ke database sehingga data asli kartu tidak tersimpan secara langsung.

1. Hash RFID

Fungsi hashRFID() digunakan untuk mengubah UID RFID menjadi kode hash sebagai bentuk perlindungan data pengguna. Meskipun masih menggunakan MD5, metode ini sudah memberikan keamanan dasar untuk sistem internal. Pengembangan selanjutnya dapat menggunakan algoritma yang lebih kuat seperti SHA-256 dengan salt.

```
function hashRFID($uid) {  
    $normalized = strtoupper(trim($uid));  
    return substr(md5($normalized), 0, 5);  
}
```

2. Autentikasi API Token

Setiap perangkat RFID yang berkomunikasi dengan server harus menggunakan API token yang valid. Token divalidasi melalui fungsi *validateApiToken()* yang memeriksa keberadaan token di tabel *api_tokens* dan memastikan statusnya aktif. Setiap penggunaan token juga dicatat *last_used* dan *device_ip* untuk keperluan audit. Berikut implementasi kode pada *config/security.php* :

```
function validateApiToken($token, $device_ip) {  
    try {  
        $dbh = getDBConnection();  
        $stmt = $dbh->prepare("SELECT id, device_name, is_active FROM api_tokens WHERE token = :token AND is_active = 1 LIMIT 1");  
        $stmt->execute([':token' => $token]);  
        $result = $stmt->fetch(PDO::FETCH_ASSOC);  
        if ($result) {  
            $updateStmt = $dbh->prepare("UPDATE api_tokens SET last_used = NOW(), device_ip = :device_ip WHERE token = :token");  
            $updateStmt->execute([':device_ip' => $device_ip, ':token' => $token]);  
            return true;  
        }  
        return false;  
    } catch (PDOException $e) {  
        error_log("Token validation error: " . $e->getMessage());  
        return false;  
    }  
}
```

3. Rate Limiting

Fungsi *checkRateLimit()* menerapkan pembatasan laju permintaan menggunakan mekanisme file cache di sistem operasi. Setiap pengirim permintaan diidentifikasi melalui IP address dibatasi maksimal 10 permintaan dalam jangka waktu 60 detik. Ini merupakan lapisan perlindungan pertama terhadap serangan DoS (Denial of Service) sebelum mencapai lapisan AI deteksi brute force. Berikut implementasi kode pada *config/security.php* :

```
function encryptData($data) {  
    $encryption_key = 'YOUR_ENCRYPTION_KEY_32_CHARS!!';  
    $iv =  
openssl_random_pseudo_bytes(openssl_cipher_iv_length('aes-256-  
cbc'));  
    $encrypted = openssl_encrypt($data, 'aes-256-cbc',  
$encryption_key, 0, $iv);  
    return base64_encode($encrypted . '::' . $iv);  
}  
  
function decryptData($data) {  
    $encryption_key = 'YOUR_ENCRYPTION_KEY_32_CHARS!!';  
    list($encrypted_data, $iv) = explode('::',  
base64_decode($data), 2);  
    return openssl_decrypt($encrypted_data, 'aes-256-cbc',  
$encryption_key, 0, $iv);  
}
```

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap sistem Smart Door Lock berbasis Internet of Things (IoT) dengan integrasi RFID dan Artificial Intelligence (AI), dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan fungsi keamanan akses pintu, pemantauan aktivitas lansia, serta analisis data secara cerdas. Implementasi modul AI berbasis rule-based berhasil diterapkan untuk mendukung deteksi ancaman, pemantauan durasi aktivitas, analisis pola kunjungan, rekomendasi kebersihan, serta pengendalian akses pengguna secara otomatis. Integrasi teknologi RFID dengan AI menjadikan sistem tidak hanya berfungsi sebagai pengamanan fisik, tetapi juga sebagai teknologi pendukung yang mampu meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan kemandirian lansia. Selain itu, penggunaan arsitektur berbasis PHP/MySQL memberikan kemudahan dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem, sementara notifikasi melalui Telegram mampu menyampaikan informasi aktivitas sistem secara real-time kepada petugas atau administrator. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat menjadi solusi teknologi asistif yang efektif untuk mendukung lingkungan hunian lansia yang lebih aman dan terpantau.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Karawi, K. A. (2023). Internet of Things (IoT) about Disabilities. *Journal of Assistive Technologies*.
- Arduino. (2024). *Arduino Reference - Servo Library*. Retrieved from <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/servo/>
- Balboa, M. (2024). *MFRC522 Library for Arduino*. Retrieved from <https://github.com/miguelbalboa/rfid>
- Baykara, M., & Abdullah, S. (2020). Designing a Securable Smart Home Access Control System Using RFID Cards. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*.
- Bhullar, A. S., Vargas, L., & Singh, M. (2021). *DoorID: An RFID-Based Smart Door Lock System*. Proceedings of the IEEE International Conference on Internet of Things (IoT).
- Blanchon, B. (2024). *ArduinoJson: C++ JSON library for IoT*. Retrieved from <https://arduinojson.org/>
- Corporation, O. (2024). *MySQL 8.0 Reference Manual*. Retrieved from <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>
- Gadupu, H., Mokharji, O., Kankaria, R., & Kumar, S. (2021). ACCESS-IoT Enabled Smart Lock. *IEEE Internet of Things Journal*.
- Group, T. P. (2024). *PHP: PHP Data Objects (PDO) - Manual*. Retrieved from <https://www.php.net/manual/en/book.pdo.php>

- Hazazi, H. (2024). Understanding and Improving the Usability, Security, and Privacy of Smart Locks. *Sensors*.
- Istiana, D., & Cahyono, A. (2022). Penerapan Modul Relay dan Servo Motor pada Sistem Otomatisasi Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*.
- Lestari, N., & Putra, D. (2022). Pemanfaatan Arduino IDE untuk Pengembangan Sistem IoT Berbasis Mikrokontroler NodeMCU. *Jurnal Informatika dan Aplikasi Komputer*.
- Prabakaran, S., & Sumedha, R. (2021). Smart Door Locking System for Elders Using IoT Technology. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*.
- Rajput, S., Talpur, N., & Boudville, R. (2024). Modernizing Home Protection: An IoT-Driven Approach with Smart Lock and Android Application. *International Journal of Computer Applications*.
- Saile, P., & Navatha, R. (2022). Integration of NodeMCU with IoT Devices for Real- Time Monitoring. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*.
- Sari, A. D., Rahmawati, F., & Nugraha, R. (2023). Integrasi Telegram Bot untuk Monitoring Sistem IoT Rumah Pintar. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*.
- Semiconductors, N. (2016). *MFRC522: Standard performance MIFARE and NTAG frontend Datasheet*. Retrieved from <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>
- Shetye, V., Shetty, A., & Shetty, T. (2025). Intelligent Door Entry: RFID-Based Authentication with PIN and Keystroke Profiling. *International Journal of Security and Its Applications*.
- Systems, E. (2024). *ESP8266EX Datasheet*. Retrieved from <https://www.espressif.com/en/support/download/documents?keys=ESP8266>
- Tajadod, F., Li, Y., & Hadaegh, A. R. (2021). An IoT-Based Smart Home System for Disabled People. *IEEE Access*.
- Telegram. (2024). *Telegram Bot API*. Retrieved from <https://core.telegram.org/bots/api>
- Tzapu. (2024). *WiFiManager: ESP8266 WiFi Connection manager*. Retrieved from <https://github.com/tzapu/WiFiManager>
- Unaldi, S., Yalcin, N., & Elci, E. (2023). An IoT-Based Smart Home Application with Barrier- Free Stairs for Disabled/Elderly People. *International Journal of Smart Technology and Home Automation*.
- Verma, Y. K., Ghimire, P., & Bharti, R. (2024). Implementation and Designing of a Smart Door Lock System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*.
- Wibowo, R., & Fathurrahman, A. (2023). Penggunaan LED dan Buzzer sebagai Indikator Sistem Otomatis Berbasis IoT. *Jurnal Rekayasa Elektronika*.
- Zainuddin, M., Rahman, T., & Fajar, A. (2024). Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Sistem Rumah Pintar untuk Lansia. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi*.
- Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 41(3), 1-58.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*, 22(7), 97-114.
- Want, R. (2006). An introduction to RFID technology. *IEEE Pervasive Computing*, 5(1), 25-33.
- Aggarwal, C. C. (2017). *Outlier Analysis* (2nd ed.). Springer.
- Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. *Journal of Machine Learning Research*, 13, 281-305.
- OWASP Foundation. (2021). *OWASP Top 10 - The Ten Most Critical Web Application Security Risks*. Open Web Application Security Project.