

IMPLEMENTASI SISTEM SMART DOOR LOCK MENGGUNAKAN FINGERPRINT DAN PIN BERBASIS IOT

Haikal Syakir Mawarid^{1*}, Karyo Budi Utomo², Wahyuni Eka Sari³

^{1,3}Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda; Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur 75131

Keywords:

Autentikasi Ganda, ESP32, Firebase, Internet Of Things, Smart Door Lock

Correspondent Email:

haikalsyakir3@gmail.com

Abstrak. Keamanan ruangan di lingkungan kampus menjadi perhatian utama karena sistem kunci konvensional rentan terhadap pembobolan, risiko kehilangan kunci, dan duplikasi tanpa izin, serta tidak adanya pencatatan log aktivitas akses. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *Smart Door Lock* berbasis *Internet of Things* (IoT) guna meningkatkan keamanan pintu melalui metode autentikasi ganda (*two-factor authentication*) yang menggabungkan sensor sidik jari biometrik AS608 dan *keypad* 4x4 untuk verifikasi PIN. Perangkat keras utama dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 dengan *solenoid door lock* sebagai aktuator pengunci elektrik. Seluruh aktivitas akses pengguna, baik yang berhasil maupun gagal, dicatat secara *real-time* ke *Firebase Realtime Database* dan diintegrasikan ke sebuah *website monitoring* khusus admin yang dilengkapi fitur manajemen hak akses serta kendali pintu jarak jauh. Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa sistem autentikasi ganda ini bekerja secara akurat dengan waktu respons (*delay*) pengiriman data ke database dan *website* yang sangat cepat (sekitar 1 hingga 2 detik). Kesimpulannya, integrasi nirkabel antara perangkat keras, *Firebase*, dan platform web berjalan dengan stabil, sehingga sistem ini berhasil memberikan solusi pengamanan akses ruangan yang efisien, transparan, dan dapat diandalkan untuk lingkungan kampus.



Copyright © 2026 The Author(s), Published by Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

Abstract. Room security in campus environments has become a primary concern because conventional locking systems are vulnerable to break-ins, key loss, and unauthorized duplication, while also lacking access log records. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based Smart Door Lock system to enhance door security through a two-factor authentication method that combines an AS608 biometric fingerprint sensor and a 4x4 keypad for PIN verification. The main hardware architecture is controlled by an ESP32 microcontroller, utilizing a solenoid door lock as the electric locking actuator. All user access activities, both successful and failed attempts, are recorded in real-time to the Firebase Realtime Database and integrated into an admin monitoring website equipped with user management and remote door control features. Functional testing results indicate that the two-factor authentication system operates accurately with a highly responsive data transmission delay to the database and website (approximately 1 to 2 seconds). In conclusion, the wireless integration between the hardware, Firebase, and the web platform runs stably, demonstrating that the system successfully provides an efficient,

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong inovasi dalam berbagai bidang, salah satunya pada sistem keamanan pintu. Sistem keamanan konvensional yang menggunakan kunci fisik semakin dirasa kurang efektif karena mudah untuk dibobol hanya dengan alat sederhana [1]. Selain itu, ketergantungan pada kunci fisik rentan terhadap kehilangan dan penggandaan tanpa izin. Dalam kondisi ini, kampus membutuhkan sistem pengamanan pintu yang lebih canggih dan mampu memberikan perlindungan maksimal terhadap akses yang tidak sah [2]. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, berbagai penelitian telah mengembangkan Smart Door Lock yang memanfaatkan konektivitas internet sehingga sistem keamanan dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time. Smart door lock merupakan sistem pengunci elektronik yang menggunakan aktuator seperti solenoid dan mendukung berbagai metode autentikasi digital, seperti PIN, sidik jari, RFID, maupun aplikasi berbasis web. Selain meningkatkan keamanan, sistem ini juga mampu menyimpan riwayat aktivitas pengguna sehingga proses monitoring menjadi lebih mudah dan akurat. Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem smart door lock dengan pendekatan yang berbeda. Penelitian menggunakan E-KTP sebagai media autentikasi berhasil mengintegrasikan teknologi IoT untuk membuka pintu secara otomatis serta mengendalikan pencahayaan berbasis sensor sehingga meningkatkan keamanan dan efisiensi energi [3]. Penelitian lainnya mengembangkan sistem keamanan pintu berbasis RFID dan aplikasi mobile menggunakan metode Fuzzy Mamdani sehingga keputusan pembukaan pintu dapat disesuaikan berdasarkan kondisi tertentu, seperti tingkat keamanan lingkungan, kapasitas baterai, dan jarak pengguna terhadap pintu [4]. Selain itu, penelitian lain memanfaatkan fingerprint scanner yang terintegrasi dengan Firebase untuk melakukan autentikasi pengguna dan pencatatan data akses secara daring sehingga proses monitoring menjadi lebih mudah [5].

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah memberikan beberapa kontribusi terhadap pengembangan sistem keamanan pintu berbasis IoT, masih terdapat beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian hanya menerapkan satu metode autentikasi, seperti RFID, fingerprint, ataupun E-KTP, sehingga apabila metode autentikasi tersebut berhasil disalahgunakan, akses ke ruangan masih dapat dilakukan. Selain itu, sebagian besar sistem hanya berfokus pada fungsi membuka pintu tanpa mekanisme deteksi terhadap upaya penyalahgunaan autentikasi maupun sistem keamanan tambahan ketika terjadi percobaan akses yang tidak sesuai prosedur. Penelitian sebelumnya juga belum banyak mengintegrasikan autentikasi berlapis dengan website monitoring yang mampu mencatat aktivitas secara real-time sekaligus menyediakan fasilitas pengendalian pintu dari jarak jauh.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan Smart Door Lock berbasis Internet of Things menggunakan autentikasi ganda berupa fingerprint dan Personal Identification Number (PIN) dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Pada sistem yang dikembangkan, pengguna diwajibkan melakukan verifikasi sidik jari terlebih dahulu sebelum memasukkan PIN. Apabila PIN dimasukkan tanpa melalui proses verifikasi sidik jari, sistem akan mengidentifikasinya sebagai ancaman keamanan. Seluruh aktivitas akses dicatat secara real-time pada Firebase Realtime Database, ditampilkan melalui website monitoring, serta administrator dapat melakukan pembukaan pintu dari jarak jauh. Komunikasi data antara ESP32, Firebase, dan website juga diamankan menggunakan protokol SSL/TLS untuk menjaga kerahasiaan dan integritas data selama proses transmisi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan autentikasi dua faktor yang menggabungkan fingerprint dan PIN secara berurutan, disertai mekanisme pendeteksian ancaman apabila PIN dimasukkan tanpa autentikasi sidik jari, pencatatan log aktivitas secara real-time berbasis Firebase, dashboard website sebagai media monitoring dan kontrol

akses, serta pengamanan komunikasi menggunakan SSL/TLS. Integrasi fitur-fitur tersebut diharapkan mampu meningkatkan tingkat keamanan akses ruangan dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Smart Door Lock

Smart door lock merupakan sistem penguncian elektronik yang menggantikan mekanisme kunci konvensional dengan aktuator elektronik seperti solenoid atau motor listrik. Sistem ini mendukung berbagai metode autentikasi, seperti PIN, fingerprint, RFID, maupun aplikasi berbasis internet [6] sehingga mampu meningkatkan keamanan dan kemudahan dalam pengelolaan akses pintu.

2.2 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat bertukar data secara real-time. Dalam sistem smart door lock, IoT memungkinkan proses monitoring aktivitas pengguna, pengendalian pintu dari jarak jauh, serta sinkronisasi data dengan database cloud [7]

2.3 Two-Factor Authentication

Two-Factor Authentication (2FA) merupakan mekanisme keamanan yang mengharuskan pengguna melewati dua proses verifikasi sebelum memperoleh hak akses ke suatu system[8]. Kombinasi autentikasi dapat berupa sesuatu yang diketahui pengguna (knowledge factor), seperti PIN atau kata sandi, dan sesuatu yang dimiliki atau melekat pada pengguna (inherence factor), seperti sidik jari. Penerapan autentikasi dua faktor mampu meningkatkan keamanan sistem karena akses tidak dapat diperoleh hanya dengan satu metode autentikasi. Dengan demikian, risiko penyalahgunaan identitas atau akses tidak sah dapat diminimalkan.

2.4 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database merupakan layanan basis data berbasis cloud yang mampu melakukan sinkronisasi data secara real-time.. Firebase menyediakan Software Development Kit untuk berbagai platform, seperti Android, iOS, Web, dan Flutter, sehingga memudahkan

pengembang dalam mengintegrasikan layanan backend tanpa perlu membangun maupun mengelola infrastruktur server secara mandiri[9].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) karena bertujuan menghasilkan dan mengembangkan sebuah produk berupa sistem Smart Lock Door berbasis Internet of Things (IoT). Metode ini dipilih karena menyediakan tahapan yang sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, hingga pengujian dan evaluasi untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna[10].

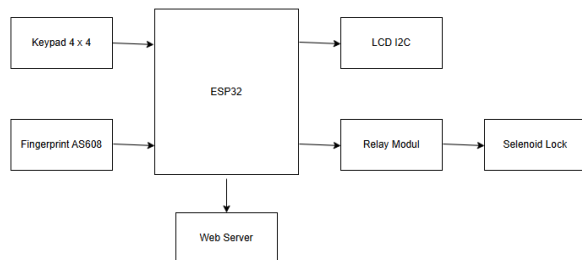
Tahapan penelitian terdiri atas analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian fungsional. Analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Selanjutnya dilakukan perancangan arsitektur sistem, pengembangan website monitoring, pemrograman mikrokontroler ESP32, integrasi dengan Firebase Realtime Database, serta pengujian terhadap seluruh fungsi sistem.

3.2 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem merupakan gambaran umum mengenai hubungan dan interaksi antar komponen yang membentuk sistem Smart Lock Door berbasis Internet of Things (IoT). Perancangan arsitektur dilakukan untuk menjelaskan alur komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga setiap komponen dapat bekerja secara terintegrasi dalam menjalankan proses autentikasi, pengendalian akses pintu, penyimpanan data, serta monitoring sistem secara real-time. Arsitektur sistem pada penelitian ini disajikan dalam bentuk blok diagram dan flowchart untuk memberikan gambaran mengenai struktur sistem serta alur kerja yang diterapkan.

3.2.1 Blok Diagram

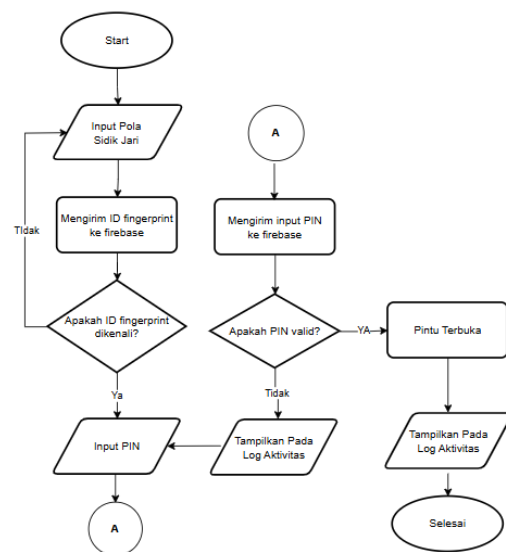
Blok diagram sistem menggambarkan hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak pada Smart Lock Door berbasis IoT. ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima masukan dari sensor fingerprint dan keypad 4×4. Data autentikasi diproses oleh ESP32, kemudian diteruskan ke Firebase Realtime Database melalui jaringan Wi-Fi. Selanjutnya website mengambil data dari Firebase untuk menampilkan log aktivitas secara real-time. Apabila autentikasi berhasil, ESP32 mengaktifkan relay sehingga solenoid door lock membuka pintu.



Gambar 3 1 Blok Diagram Sistem

3.2.2 Flowchart

Flowchart menggambarkan proses autentikasi pengguna mulai dari pemindaian sidik jari hingga pembukaan pintu. Sistem terlebih dahulu melakukan verifikasi fingerprint. Apabila sidik jari valid, pengguna diminta memasukkan PIN. PIN kemudian diverifikasi dengan data yang tersimpan pada Firebase. Jika kedua proses autentikasi berhasil, relay akan diaktifkan untuk membuka solenoid door lock dan aktivitas akses dicatat ke database. Sebaliknya, apabila verifikasi gagal atau PIN dimasukkan tanpa proses fingerprint, sistem akan menolak akses dan mencatat percobaan tersebut sebagai log aktivitas.



Gambar 3 2 Flowchart Sistem

3.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap realisasi dari hasil perancangan yang telah dilakukan pada penelitian ini. Pada tahap ini, seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan sehingga membentuk sistem Smart Lock Door berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan.

3.3.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen elektronik sesuai dengan rancangan sistem. ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi mengendalikan proses autentikasi, mengolah data dari sensor fingerprint dan keypad, serta mengirimkan data ke Firebase Realtime Database melalui jaringan Wi-Fi. Sensor fingerprint AS608 digunakan untuk melakukan identifikasi biometrik pengguna, sedangkan keypad 4×4 berfungsi sebagai media masukan Personal Identification Number (PIN).

3.3.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak dilakukan menggunakan PlatformIO pada Visual Studio Code untuk pengembangan program ESP32, sedangkan website dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Firebase Realtime Database digunakan sebagai media penyimpanan data dan

sinkronisasi informasi secara real-time antara ESP32 dan website.

3.4 Metode Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, yaitu metode pengujian yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem berdasarkan kesesuaian antara masukan (*input*) dan keluaran (*output*) tanpa memperhatikan struktur internal atau kode program [11]. Metode ini dipilih karena mampu mengevaluasi apakah setiap fungsi pada sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah dirancang.

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap seluruh fungsi utama sistem Smart Lock Door, meliputi proses autentikasi fingerprint, verifikasi Personal Identification Number (PIN), pengendalian relay dan *solenoid door lock*, sinkronisasi data dengan Firebase Realtime Database, pencatatan log aktivitas, serta pengendalian pintu melalui website. Setiap skenario pengujian dinyatakan berhasil apabila keluaran yang dihasilkan sesuai dengan hasil yang diharapkan berdasarkan rancangan sistem. Adapun skenario pengujian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Skenario Pengujian

No	Fitur yang diuji	Hasil yang diharapkan
1	Fingerprint	Sistem mengenali sidik jari yang terdaftar
2	PIN	Sistem memvalidasi PIN yang benar
3	Relay	Solenoid aktif ketika autentikasi berhasil
4	Website	Perintah membuka pintu diterima ESP32
5	Log Aktivitas	Data tersimpan di Firebase

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Sistem Smart Lock Door berbasis Internet of Things (IoT) berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan yang telah diusulkan. Sistem mengintegrasikan perangkat keras dan

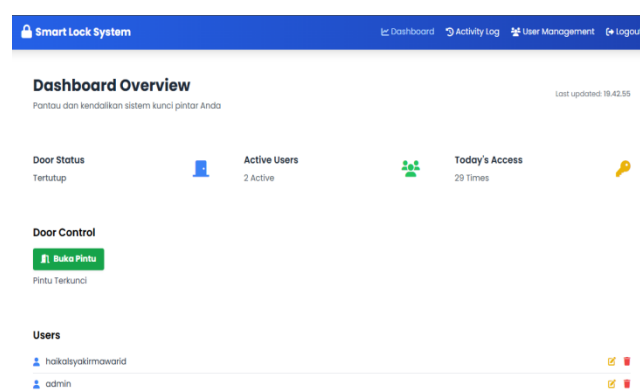
perangkat lunak untuk mendukung proses autentikasi menggunakan fingerprint dan Personal Identification Number (PIN), pengendalian akses pintu, pencatatan log aktivitas, serta monitoring melalui website secara *real-time*. Hasil implementasi meliputi antarmuka website, algoritma autentikasi, dan rangkaian perangkat keras yang saling terhubung.

4.1.1 Implementasi Website

Website dikembangkan sebagai antarmuka administrator untuk melakukan monitoring dan pengelolaan sistem Smart Lock Door. Website dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript yang terintegrasi dengan Firebase Realtime Database sehingga mampu menampilkan informasi pengguna, log aktivitas, serta status sistem secara *real-time*. Antarmuka website terdiri atas halaman dashboard, log aktivitas, dan *users management*.

a. Dashboard Utama

Dashboard merupakan halaman utama yang diakses administrator setelah proses autentikasi berhasil. Halaman ini menyajikan informasi mengenai jumlah pengguna yang terdaftar, status perangkat, serta button untuk membuka pintu melalui website. Tampilan Dashboard utama dapat dilihat pada gambar 4.1.

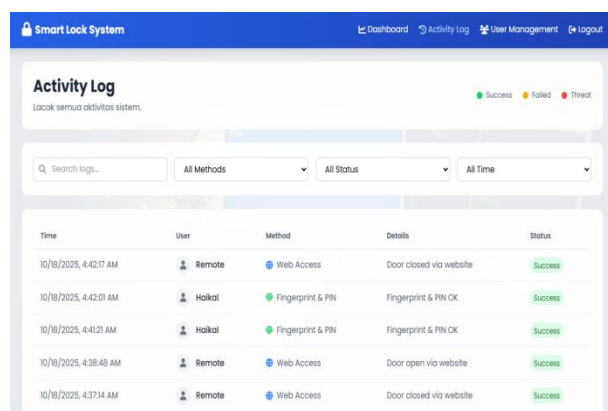


Gambar 4 1 Tampilan Dashboard Utama

b. Log Aktivitas

Halaman log aktivitas digunakan untuk menampilkan riwayat seluruh aktivitas akses yang tercatat pada sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi waktu akses, identitas pengguna, metode autentikasi, status autentikasi, serta keterangan aktivitas. Fitur ini memudahkan administrator dalam melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap setiap

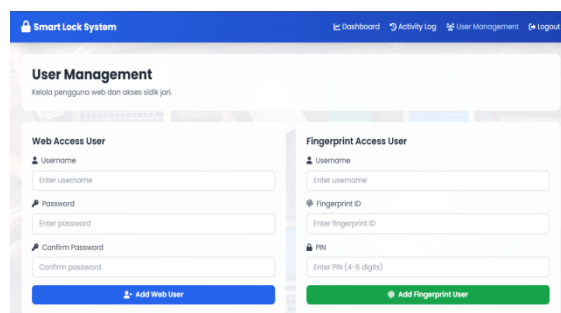
aktivitas yang terjadi. Tampilan log aktivitas ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4 2 Tampilan Log Activity

c. User Management

Halaman *users management* digunakan untuk mengelola data pengguna yang memiliki hak akses terhadap sistem. Melalui halaman ini, administrator dapat menambahkan, mengubah, maupun menghapus data pengguna, termasuk nama pengguna, ID *fingerprint*, PIN, serta pengaturan hak akses. Hak akses yang dapat dikelola terdiri atas hak akses website untuk menentukan kewenangan pengguna dalam mengakses fitur administrasi, dan hak akses sistem fingerprint untuk menentukan pengguna yang diizinkan melakukan autentikasi pada Smart Lock Door. Seluruh perubahan data disinkronkan dengan Firebase Realtime Database sehingga dapat digunakan oleh ESP32 pada proses autentikasi dan oleh website dalam pengelolaan pengguna. Implementasi halaman *users management* ditunjukkan pada gambar 4.3

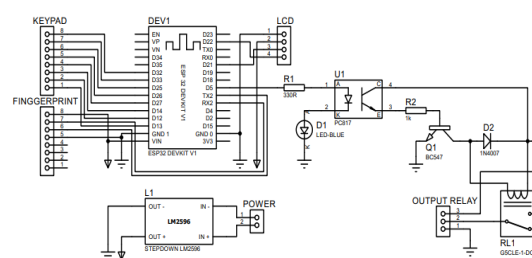


Gambar 4 3 Tampilan User Management

4.1.2 Hasil Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen sesuai dengan rancangan sistem. ESP32

berfungsi sebagai pengendali utama yang terhubung dengan sensor fingerprint AS608, keypad 4x4, relay, *solenoid door lock*, LCD I2C, buzzer, serta modul komunikasi Wi-Fi. Integrasi seluruh komponen memungkinkan sistem melakukan autentikasi pengguna, mengendalikan mekanisme penguncian pintu, serta berkomunikasi dengan Firebase Realtime Database untuk proses penyimpanan data dan monitoring secara *real-time*. Design schematic dari sistem ini ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4 4 Design Schematic

Konfigurasi koneksi perangkat keras dirancang untuk menghubungkan seluruh komponen dengan ESP32 sebagai pengendali utama. Sensor fingerprint dan keypad digunakan sebagai media autentikasi pengguna, sedangkan LCD I2C berfungsi menampilkan informasi sistem. Relay digunakan untuk mengendalikan *solenoid door lock* setelah proses autentikasi berhasil. Seluruh komponen memperoleh catu daya melalui adaptor 12 V dan modul *step-down* yang menghasilkan tegangan 5 V untuk perangkat yang membutuhkannya. Rincian koneksi antarkomponen disajikan pada table 4.1.

Tabel 4.1 Koneksi antar perangkat keras

Komponen	Pin	Esp32 / Tujuan Koneksi
Fingerprint AS608	RX, TX	GPIO 17, GPIO 16
LCD I2C	SDA, SCL	GPIO 22, GPIO 22
Relay	IN	GPIO 5
Keypad 4x4	R1-R4, C1-C4	GPIO 13,12,14,27,26,25,33,32

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi pada Smart Lock Door telah berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian difokuskan pada fitur utama sistem, yaitu autentikasi fingerprint,

verifikasi PIN, fungsi website, serta pencatatan log aktivitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi dapat berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan.

4.2.1 Pengujian Autentikasi Pengguna

Pengujian autentikasi pengguna dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan sistem dalam memverifikasi identitas pengguna melalui kombinasi autentikasi fingerprint dan *Personal Identification Number* (PIN). Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki sidik jari terdaftar dan PIN yang sesuai yang dapat memperoleh akses untuk membuka pintu. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu menolak akses apabila salah satu proses autentikasi tidak terpenuhi. Tabel Pengujian Autentikasi ditunjukkan pada table 4.2

Tabel 4.2 Tabel Pengujian Autentikasi

Skenario	Output Yang Diharapkan	Hasil
Sidik jari terdaftar dan pin benar	Pintu Terbuka	Berhasil
Sidik jari tidak terdaftar	Pintu Tetap Tekunci	Berhasil
Sidik jari terdaftar dan Pin Salah	Pintu Tetap Terkunci	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian, sistem berhasil mengenali sidik jari yang telah terdaftar dan melanjutkan proses verifikasi PIN. Akses diberikan apabila PIN yang dimasukkan sesuai dengan data pengguna yang tersimpan pada Firebase Realtime Database. Sebaliknya, sidik jari yang tidak terdaftar maupun PIN yang tidak sesuai menyebabkan akses ditolak dan aktivitas tersebut dicatat ke dalam log sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme autentikasi telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem.

4.2.2 Pengujian Kinerja Selenoid dan Relay

Pengujian dilakukan untuk memastikan solenoid door lock dapat bekerja sesuai perintah dari mikrokontroler ESP32 yang mengontrol relay. Pengujian juga mencakup pengujian untuk memastikan relay berfungsi dengan baik dalam mengaktifkan dan

menonaktifkan solenoid lock. Tabel Pengujian Selenoid dan Relay ditunjukkan pada table 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Selenoid dan Relay

No	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Akses Benar	Relay ON dan Selenoid ON (Terbuka)	Berhasil
2	Akses Salah	Relay OFF dan Selenoid OFF (Tetap terkunci)	Berhasil

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan komponen aktuator fisik, yaitu relay dan solenoid lock, merespons perintah dari mikrokontroler dengan tepat. Hasilnya menunjukkan bahwa setelah proses autentikasi berhasil, mikrokontroler sukses mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan relay, yang kemudian menyalurkan daya ke solenoid untuk membuka kunci pintu. Pada skenario akses gagal, sistem juga terbukti berhasil menjaga relay dan solenoid tetap dalam keadaan nonaktif. Pengujian ini membuktikan bahwa sistem kontrol perangkat keras berfungsi sepenuhnya sesuai dengan rancangan.

4.2.3 Pengujian Website

Pengujian website dilakukan untuk mengevaluasi fungsionalitas setiap fitur yang digunakan dalam proses monitoring dan pengendalian Smart Lock Door. Pengujian meliputi tampilan status pintu, pengendalian pintu dari jarak jauh, serta pencatatan log aktivitas yang tersinkronisasi dengan Firebase Realtime Database. Hasil pengujian website disajikan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pengujian Pada Website

Skenario	Output Yang Diharapkan	Hasil
Pintu Tertutup	Website menampilkan status pintu tertutup dan tombol “buka pintu” pada dashboard	Berhasil
Pintu Terbuka	Website menampilkan status pintu terbuka dan tombol “tutup pintu” pada dashboard	Berhasil
Kontrol Pintu Jarak Jauh	Pintu terbuka setelah pengguna menggunakan fitur “buka pintu” pada	Berhasil

	website	
Pencatatan Log Aktivitas saat akses berhasil	Sistem mencatat log aktivitas secara otomatis dengan status "Success"	Berhasil
Pencatatan Log Aktivitas saat akses Gagal	Sistem mencatat log aktivitas secara otomatis dengan status "Failed"	Berhasil

4.3 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem Smart Lock Door berbasis Internet of Things (IoT) telah berfungsi sesuai dengan rancangan yang diusulkan. Integrasi antara ESP32, sensor fingerprint, keypad, Firebase Realtime Database, dan website memungkinkan proses autentikasi, pengendalian akses pintu, serta pencatatan log aktivitas berjalan secara terintegrasi. Pengujian website menunjukkan bahwa seluruh fitur utama, seperti pemantauan status pintu, pengendalian pintu dari jarak jauh, serta pencatatan log aktivitas, dapat dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hasil ini sejalan dengan penelitian [12], yang menunjukkan bahwa integrasi ESP32, Firebase, dan antarmuka pengguna mampu mendukung sistem Smart Door Lock yang bekerja secara *real-time* dan memiliki tingkat keberhasilan pengujian yang tinggi.

Penerapan autentikasi menggunakan fingerprint dan Personal Identification Number (PIN) memberikan mekanisme verifikasi berlapis sebelum akses diberikan kepada pengguna. Sidik jari digunakan untuk mengidentifikasi identitas pengguna, sedangkan PIN berfungsi sebagai verifikasi lanjutan sebelum sistem mengaktifkan relay dan membuka *solenoid door lock*. Mekanisme ini memastikan bahwa akses hanya diberikan kepada pengguna yang telah memenuhi kedua tahapan autentikasi sehingga dapat mengurangi risiko akses tidak sah. Konsep tersebut sejalan dengan prinsip Two-Factor Authentication (2FA), yaitu penggunaan lebih dari satu faktor autentikasi untuk meningkatkan keamanan sistem akses. Implementasi autentikasi berlapis pada sistem Smart Door Lock juga telah dilaporkan mampu meningkatkan keandalan sistem keamanan dibandingkan penggunaan satu faktor autentikasi saja [13].

Pemanfaatan Firebase Realtime Database memungkinkan sinkronisasi data antara ESP32 dan website berlangsung secara *real-time*. Data pengguna, status pintu, serta log aktivitas dapat diperbarui secara otomatis tanpa memerlukan konfigurasi server secara mandiri. Mekanisme ini mendukung proses monitoring dan pengendalian sistem dari lokasi yang berbeda selama perangkat terhubung ke jaringan internet. Hasil tersebut mendukung penelitian sebelumnya yang memanfaatkan Firebase sebagai media komunikasi data pada sistem Smart Door Lock berbasis IoT sehingga proses pertukaran data dapat dilakukan secara cepat dan sinkron [14].

Implementasi website memberikan kemudahan bagi administrator dalam mengelola data pengguna, memantau status pintu, serta meninjau log aktivitas yang tersimpan pada sistem. Seluruh aktivitas autentikasi berhasil maupun gagal dicatat secara otomatis sehingga riwayat akses dapat ditelusuri kembali apabila diperlukan. Integrasi website dengan Firebase Realtime Database menjadikan proses monitoring lebih efektif karena informasi yang ditampilkan selalu diperbarui sesuai kondisi perangkat. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai pengendali akses pintu, tetapi juga sebagai media administrasi dan monitoring berbasis web yang mendukung pengelolaan keamanan secara terpusat. Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya mengenai implementasi Smart Door Lock berbasis IoT yang mengintegrasikan perangkat keras dengan platform monitoring berbasis web [15].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem Smart Lock Door menggunakan fingerprint dan PIN berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sistem Smart Lock Door berhasil dengan mengintegrasikan ESP32, sensor fingerprint AS608, keypad, relay, *solenoid door lock*, Firebase Realtime Database, dan website sehingga mampu mendukung proses autentikasi pengguna, pengendalian akses pintu, serta monitoring sistem secara *real-time*.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur website, meliputi pemantauan

status pintu, pengendalian pintu dari jarak jauh, serta pencatatan log aktivitas, berfungsi sesuai dengan rancangan sistem. Integrasi antara ESP32, Firebase Realtime Database, dan website memungkinkan sinkronisasi data berlangsung secara *real-time*.

3. Penerapan autentikasi menggunakan kombinasi fingerprint dan PIN memberikan mekanisme verifikasi berlapis sebelum akses diberikan kepada pengguna, sehingga hanya pengguna yang memiliki sidik jari terdaftar dan PIN yang sesuai yang dapat membuka pintu.
4. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu autentikasi biometrik masih bergantung pada sensor fingerprint dan belum dilengkapi dengan mekanisme autentikasi tambahan, seperti pengenalan wajah (*face recognition*) atau autentikasi berbasis perangkat seluler. Selain itu, pengujian sistem masih dilakukan pada skala prototipe sehingga belum dievaluasi pada lingkungan operasional yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hakim, P. Yuniarto, Y. Lestiyanti, M. F. Asrori, N. Laela, and A. Nurcholis, "Perancangan Smart Door Lock System dengan Multi Sensor untuk Sistem Keamanan Rumah."
- [2] R. Hardiyan Firmansyah and C. Mukmin, "SISTEM SMART LOCK DOOR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ESP32 SMART LOCK DOOR SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS (IOT) USING ESP32," *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 6, no. 2, 2023.
- [3] F. Sains Dan Teknologi, U. Islam Negeri Sumatera Utara, J. Lapangan Golf Desa Durian Jangak Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang, and K. Kunci, "PROTOTIPE SISTEM SMART DOOR LOCK MENGGUNAKAN E-KTP DAN AUTOMATIC LIGHTING BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) Gery Syahputra Harahap * , Abdul Halim Daulay, Nazaruddin Nasution," *JoP*, vol. 9, no. 2, pp. 18–22, 2024.
- [4] H. Asysyauqi, M. Ferdi Andriansyah, L. N. Ulla, and A. Sucipto, "Sistem Keamanan Pintu Otomatis Berbasis IoT dengan Teknologi RFID dan Aplikasi Mobile Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *Jurnal Informatika dan Sains Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 42–50, 2025, doi: 10.62951/modem.v3i2.405.
- [5] M. Adonis and Slamet Winardi, "Rancang Bangun Smart Door Lock Berbasis Iot dan Recording Data Pada Firebase," *Modem : Jurnal Informatika dan Sains Teknologi.*, vol. 3, no. 2, pp. 13–29, Feb. 2025, doi: 10.62951/modem.v3i2.384.
- [6] A. Dwi Wibowo and S. Susanto, "SWADHARMA (JEIS) PERANCANGAN PURWARUPA SMART DOOR LOCK BERBASIS INTERNET OF THINGS".
- [7] I. Nyoman, B. Hartawan, and W. Sudiarsa, "ANALISIS KINERJA INTERNET OF THINGS BERBASIS FIREBASE REAL-TIME DATABASE," Online, 2019. [Online]. Available: <http://jurnal.stiki-indonesia.ac.id/index.php/jurnalresistor>
- [8] A. Azkiya *et al.*, "Analisis Sistem Autentikasi Dua Faktor (2FA) Dan Efektivitasnya Dalam Meningkatkan Keamanan Akses," 2026.
- [9] A. Saputri and A. M. Hirzan, "APLIKASI MANAJEMEN INVENTORI BERBASIS MOBILE MENGGUNAKAN FLUTTER DAN FIREBASE REALTIME DATABASE," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4324.
- [10] Ade Rahayu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis dan Tahapan," *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 3, pp. 459–470, Jul. 2025, doi: 10.54259/diajar.v4i3.5092.
- [11] Arya Sultansyah, Astri Sri Rahayu, Iqbal Yudianta, Padjrin Fauzi, Elsa Nur Aripin, and Subhanjaya Angga Atmaja, "Pengujian Black Box Testing Pada Fitur Permohonan Informasi Publik Melalui Website Pemerintah Jawa Barat," *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, vol. 3, no. 4, pp. 5912–5919, Jun. 2025, doi: 10.31004/jerkin.v3i4.1520.
- [12] H. Kurnia, "IMPLEMENTASI IOT PADA SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN MENGGUNAKAN ESP32, FIREBASE DAN KODULAR," 2025.
- [13] "Penyuluhan Pentingnya Two Factor Authentication dan Aplikasinya Di Era Keamanan Digital", [Online]. Available: <https://jurnalpengabdianmasyarakatbangsa.com/index.php/jpmba/index>

- [14] M. A. Juniawan *et al.*, “PROTOTIPE SMART DOOR LOCK BERBASIS INTERNET OF THINGS (STUDI KASUS LAB KOMPUTER POLITEKNIK TEDC BANDUNG),” 2024.
- [15] C. A. Prameswari, “SISTEM SMART HOME BERBASIS ESP32 DENGAN RTOS DAN MQTT SERTA APLIKASI FLUTTER UNTUK MONITORING REAL-TIME,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 2, Apr. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i2.9367.