

Rancang Bangun Smart Door Lock Berbasis Sidik Jari dengan Monitoring IoT Menggunakan ESP32

Muhamad Rifky Hafan^{1*}, Rofi' Yuantomo², Yudhistira Adhiaraka³, Pramono⁴

¹Teknik Informatika/Illmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
Jl. Bhayangkara No. 55, Tipes, Kec.
Serengan, Kota Surakarta, Jawa
Tengah 57154

1*230103169@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Illmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
Jl. Bhayangkara No. 55, Tipes, Kec.
Serengan, Kota Surakarta, Jawa
Tengah 57154

2rofiyuantomo@gmail.com

³Teknik Informatika/Illmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
Jl. Bhayangkara No. 55, Tipes, Kec.
Serengan, Kota Surakarta, Jawa
Tengah 57154

3yadhiaraka@gmail.com

⁴Teknik Informatika/Illmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
Jl. Bhayangkara No. 55, Tipes, Kec.
Serengan, Kota Surakarta, Jawa
Tengah 57154

4pramono@udb.ac.id

Abstrak— Keamanan pintu adalah elemen krusial untuk menjaga rumah atau bangunan dari akses yang tidak diperbolehkan. Penggunaan kunci tradisional masih memiliki banyak kekurangan, termasuk risiko kehilangan, penggandaan kunci, dan kurangnya fitur pengawasan akses. Studi ini bertujuan untuk merancang serta mengembangkan sistem kunci pintu pintar berbasis sidik jari dengan pemantauan Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan ESP32. Sistem menggunakan sensor fingerprint AS608 untuk autentikasi pengguna, ESP32 sebagai pengendali utama, relay, solenoid door lock, dan motor servo sebagai aktuator pengunci pintu. Di samping itu, aplikasi Blynk dimanfaatkan sebagai sarana untuk memantau dan mengelola pengguna secara langsung melalui internet. Metode penelitian yang diterapkan mencakup desain sistem, pengembangan prototipe, pelaksanaan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian fungsional pada semua komponen sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali sidik jari yang terdaftar, menolak akses pengguna yang tidak terdaftar, mengatur mekanisme buka dan tutup pintu secara otomatis, serta menampilkan informasi aktivitas dan notifikasi di aplikasi Blynk secara real-time. Semua skenario pengujian telah dilaksanakan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Dengan demikian, sistem yang dirancang mampu memperkuat keamanan akses pintu sekaligus menawarkan kemudahan dalam pemantauan dan pengelolaan pengguna dari lokasi yang jauh.

Kata kunci— Kunci Pintu Pintar, Biometrik, ESP32, IoT, Blynk

Abstract— This research showcases the creation of a fingerprint-operated smart door locking system combined with Internet of Things (IoT) technology to enhance door security and facilitate remote supervision. Traditional key-operated locking systems remain susceptible to various drawbacks, including misplaced keys, unauthorized copying, and lack of access tracking capabilities. To tackle these challenges, the suggested system employs an AS608 fingerprint sensor for user verification and an ESP32 microcontroller as the primary controller, which is connected to a relay, a solenoid door lock, and a servo motor to manage the door locking system. Moreover, the Blynk app is used to enable real-time oversight and user administration online. The research process included designing the system, developing prototypes, implementing hardware and software, and conducting functional tests on all system parts. The findings indicated that the system could identify registered fingerprints, deny access to unauthorized individuals, autonomously manage the door opening and locking system, and deliver real-time activity updates and alerts via the Blynk platform. Every testing scenario was successfully finished in line with the anticipated results. In general, the created system delivers a powerful solution for improving door security while enabling increased convenience in remote monitoring and user administration.

Keywords— Intelligent Door Lock, Biometric, ESP32, IoT, Blynk

I. PENDAHULUAN

Keamanan hunian dan gedung adalah salah satu aspek krusial dalam kehidupan masa kini, terutama dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan sistem perlindungan yang

praktis, efisien, dan terpercaya. Akan tetapi, sistem penguncian pintu yang masih mengandalkan kunci tradisional memiliki sejumlah keterbatasan, seperti kemungkinan kehilangan kunci, duplikasi tanpa persetujuan,

serta kurangnya kemampuan sistem dalam menyediakan informasi mengenai aktivitas akses pintu[1]. Selain itu, penggunaan kunci manual juga dinilai kurang efektif karena tidak mampu menyediakan pemantauan kondisi pintu maupun riwayat akses pengguna secara langsung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem pengamanan pintu konvensional masih belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan keamanan pada era digital saat ini[2].

Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) membuka kesempatan dalam pembuatan sistem keamanan yang lebih pintar dan terintegrasi. IoT memungkinkan perangkat fisik seperti sensor, mikrokontroler, aktuator, dan aplikasi pemantauan terhubung melalui jaringan internet, sehingga pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara real-time dari lokasi yang jauh[3]. Dalam konteks sistem keamanan pintu, penerapan IoT dapat dimanfaatkan untuk menghubungkan sistem penguncian otomatis dengan platform monitoring, sehingga pengguna tidak hanya dapat membuka dan mengunci pintu dengan lebih aman, tetapi juga memperoleh informasi mengenai status pintu serta aktivitas akses kapan saja melalui perangkat yang terhubung ke internet[4]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa integrasi autentikasi biometrik dengan platform IoT pada smart door lock mampu meningkatkan keamanan akses sekaligus memudahkan monitoring dan kontrol jarak jauh [5].

Salah satu bentuk pengembangan sistem keamanan pintu yang banyak diterapkan adalah smart door lock berbasis biometrik, khususnya menggunakan sidik jari. Teknologi sidik jari memiliki kelebihan karena setiap orang memiliki pola sidik jari yang berbeda, sehingga lebih susah untuk dipalsukan dibandingkan dengan kunci fisik biasa[6]. Dengan memanfaatkan sensor fingerprint sebagai media autentikasi, sistem dapat membatasi akses hanya kepada pengguna yang sidik jarinya telah terdaftar. Selain meningkatkan keamanan, penggunaan sidik jari juga memberikan kemudahan bagi

pengguna karena tidak perlu lagi membawa kunci fisik untuk membuka pintu. Integrasi sensor fingerprint dengan mikrokontroler ESP32 memungkinkan sistem tidak hanya menjalankan fungsi autentikasi, tetapi juga mendukung komunikasi data melalui jaringan WiFi untuk keperluan monitoring berbasis IoT. Integrasi ESP32 pada sistem keamanan pintu memberikan nilai tambah karena memungkinkan perangkat terhubung ke jaringan internet dan mengirimkan informasi aktivitas akses kepada pengguna secara langsung melalui platform monitoring atau aplikasi pesan[7].

Meskipun demikian, implementasi smart door lock berbasis sidik jari dan IoT masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti kestabilan koneksi jaringan, kecepatan respon sistem, serta akurasi pembacaan sidik jari. Integrasi antara sensor fingerprint, mikrokontroler, aktuator pengunci pintu, dan platform monitoring harus dirancang dengan baik agar sistem dapat bekerja secara optimal. Apabila salah satu bagian tidak berfungsi sesuai perancangan, maka proses autentikasi maupun penguncian pintu dapat terganggu. Oleh sebab itu, diperlukan sistem yang dapat mengintegrasikan semua komponen perangkat keras dan perangkat lunak dengan tepat, sehingga tercipta sistem keamanan pintu yang lebih efektif, efisien, dan dapat diandalkan dalam memenuhi kebutuhan keamanan masa kini.

Dengan mempertimbangkan latar belakang tersebut, penelitian ini menitikberatkan pada pengembangan kunci pintu pintar berbasis sidik jari yang terintegrasi dengan pemantauan IoT menggunakan ESP32. Sistem yang dirancang menggunakan sensor sidik jari sebagai input untuk autentikasi pengguna, ESP32 sebagai unit kontrol dan penghubung ke internet, serta aktuator kunci pintu untuk membuka dan mengunci pintu secara otomatis. Selain itu, sistem tersebut juga terhubung dengan platform IoT untuk menunjukkan status pintu dan aktivitas akses secara langsung[8]. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan pintu melalui

autentikasi biometrik dan mempermudah pengguna dalam memantau akses pintu secara jarak jauh. Perkembangan smart door lock menunjukkan bahwa sistem keamanan pintu modern tidak hanya memanfaatkan autentikasi digital, tetapi juga mengintegrasikan teknologi komunikasi seperti Bluetooth dan protokol IoT untuk mendukung monitoring serta pengendalian akses secara lebih efisien [9].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem kunci pintu pintar berbasis sidik jari yang terhubung dengan teknologi Internet of Things menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini diharapkan dapat memberikan keamanan yang lebih baik dibandingkan kunci tradisional, mempermudah autentikasi pengguna melalui sidik jari, dan menawarkan fitur pemantauan secara langsung terhadap keadaan pintu serta aktivitas akses pengguna. Oleh karena itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi keamanan kontemporer yang lebih efektif, efisien, dan sejalan dengan kemajuan teknologi digital saat ini.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Sistem

Rancangan sistem pada penelitian ini dibuat untuk membangun smart door lock berbasis sidik jari yang terintegrasi dengan monitoring Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali dan aplikasi Blynk sebagai media antarmuka pengguna[10]. Sistem dirancang agar mampu melakukan autentikasi akses pintu melalui sensor fingerprint, mengendalikan mekanisme penguncian pintu secara otomatis, serta menampilkan informasi aktivitas sistem secara real-time. Dengan rancangan tersebut, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pengaman pintu, tetapi juga sebagai media monitoring dan pengelolaan akses yang dapat digunakan dari jarak jauh.

Secara umum, sistem terdiri atas bagian input, proses, output, dan monitoring. Bagian

input berasal dari sensor fingerprint untuk membaca sidik jari pengguna dan dari aplikasi Blynk untuk memberikan perintah tertentu. Data dari sensor fingerprint diproses oleh ESP32 untuk diverifikasi dengan data sidik jari yang telah terdaftar. Apabila sidik jari valid, ESP32 akan mengaktifkan aktuator seperti solenoid door lock dan motor servo sehingga pintu dapat terbuka, sedangkan jika sidik jari tidak dikenali maka akses akan ditolak dan pintu tetap terkunci. Selain itu, ESP32 juga mengatur komunikasi data lewat jaringan WiFi supaya semua aktivitas sistem dapat dikirimkan ke aplikasi Blynk secara langsung.

Aplikasi Blynk digunakan sebagai media monitoring sekaligus pengelolaan sistem[11]. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat menjalankan fitur buka manual, tambah pengguna, daftar pengguna, hapus pengguna, dan edit pengguna tanpa harus berinteraksi langsung dengan perangkat utama. Selain itu, tersedia layar terminal yang menampilkan aktivitas sistem secara real-time, seperti proses akses pintu, penambahan pengguna, penghapusan data pengguna, serta informasi pengguna yang tersimpan pada sistem. Dengan rancangan tersebut, sistem diharapkan mampu meningkatkan keamanan pintu sekaligus memberikan kemudahan dalam pengelolaan dan pemantauan akses secara lebih praktis, modern, dan efisien.

B. Alat dan Material Penelitian

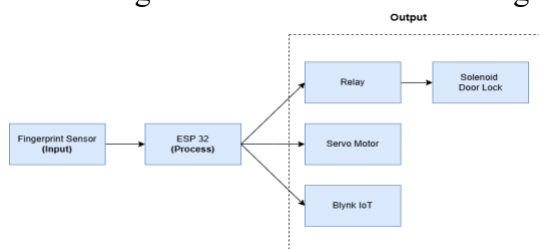
Tabel 1. Daftar Komponen yang Digunakan

No	Komponen Sistem	Kegunaan
1	ESP 32	Otak Sistem
2	Sensor AS608	Membaca input fingerprint
3	Solenoid Door Lock	Pengunci pintu
4	Kabel Type C	Menghubungkan ESP dan laptop
5	Relay 4 Channel	Sebagai saklar otomatis

6	Kabel Jumper	Penghubung antar komponen
7	Servo	Output penggerak pintu
8	Arduino UNO	Menyuplai daya ke servo
9	Power Supply 12V	Menyuplai daya ke solenoid
10	Terminal Jack	Untuk menghubungkan power supply 12v ke komponen
11	Arduino IDE	Mengunggah program ke mikrokontroler

C. Diagram Blok

Diagram blok sistem terdiri dari sensor fingerprint AS608 sebagai input, ESP32 sebagai pusat kendali, serta relay, servo, dan solenoid door lock sebagai output. Data sidik jari yang terdeteksi akan diproses oleh ESP32 untuk mengidentifikasi hak akses pengguna. Di samping itu, ESP32 terhubung ke aplikasi Blynk lewat WiFi untuk pemantauan dan manajemen pengguna secara langsung. Mikrokontroler ESP32 banyak dimanfaatkan pada sistem smart door lock karena mendukung konektivitas nirkabel dan integrasi dengan berbagai sensor maupun platform monitoring berbasis Internet of Things[12].



Gambar 1. Diagram Blok

D. Analisis Masukan

Analisis masukan pada sistem smart door lock terdiri dari data sidik jari yang dibaca oleh sensor fingerprint AS608 dan perintah yang diberikan melalui aplikasi Blynk. Data sidik jari digunakan sebagai autentikasi untuk menentukan hak akses pengguna, sedangkan aplikasi Blynk digunakan untuk memberikan perintah seperti membuka pintu secara manual, menambah pengguna, menghapus pengguna, mengubah data pengguna, serta menampilkan

daftar pengguna yang tersimpan. Seluruh data masukan tersebut diproses oleh ESP32 untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan oleh sistem.

E. Analisis Keluaran

Analisis keluaran pada sistem smart door lock berupa respons yang dihasilkan setelah ESP32 memproses data masukan. Keluaran sistem meliputi pembukaan atau penguncian pintu melalui solenoid door lock dan motor servo berdasarkan hasil verifikasi sidik jari atau perintah dari aplikasi Blynk. Selain itu, sistem juga mengirimkan informasi status pintu dan aktivitas pengguna ke aplikasi Blynk sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara real-time.

F. Flowchart

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja smart door lock mulai dari proses inialisasi perangkat hingga pengendalian akses pintu. Sistem diawali dengan proses inialisasi ESP32, sensor fingerprint, koneksi WiFi, dan aplikasi Blynk. Selanjutnya sistem menunggu masukan berupa pemindaian sidik jari atau perintah dari aplikasi Blynk. Jika sidik jari terverifikasi atau perintah buka pintu diterima, ESP32 akan mengaktifkan relay dan aktuator sehingga solenoid door lock terbuka. Setelah waktu tertentu, pintu akan secara otomatis terkunci kembali dan status aktivitas akan dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk pemantauan real-time. Apabila autentikasi tidak berhasil, sistem akan menolak akses dan kembali ke keadaan menunggu masukan dari pengguna[13][14].

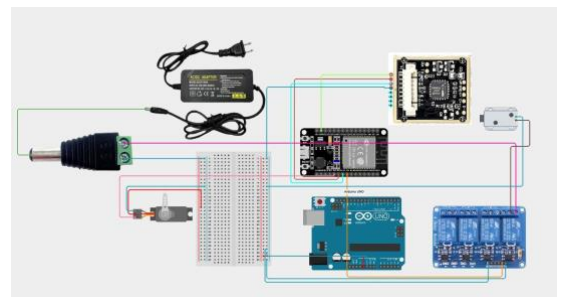


Gambar 2. Flowchart

G. Desain Wiring/Pengkabelan

Pada desain pengkabelan tersebut, sensor fingerprint AS608 dihubungkan ke ESP32 menggunakan komunikasi serial UART, yaitu pin TX sensor ke pin RX2 (GPIO 16) ESP32 dan pin RX sensor ke pin TX2 (GPIO 17) ESP32. Motor servo sebagai aktuator pembuka pintu dihubungkan ke pin GPIO 4 ESP32 untuk menerima sinyal kendali, sedangkan sumber dayanya diperoleh dari Arduino melalui pin 5V dan GND. Modul relay dihubungkan ke pin GPIO 5 ESP32 sebagai pengendali solenoid door lock. Solenoid door lock memperoleh sumber tegangan dari adaptor 12V yang dikendalikan melalui relay. ESP32 terhubung ke jaringan WiFi serta aplikasi Blynk sebagai sarana pemantauan dan pengendalian sistem dari jauh.

Breadboard dan kabel jumper berfungsi sebagai jembatan penghubung antara komponen. Selain itu, seluruh jalur ground dari ESP32, Arduino, dan adaptor 12V disatukan menggunakan metode common ground agar sistem dapat bekerja secara stabil. Laptop digunakan untuk menulis program serta mengunggah kode ke ESP32 melalui Arduino IDE.



Gambar 3. Desain Pengkabelan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Prototipe

Hasil desain dalam penelitian ini adalah prototipe kunci pintu pintar berbasis sidik jari yang dilengkapi dengan pemantauan IoT menggunakan ESP32 untuk mengatur akses pintu secara otomatis. Prototipe terdiri dari berbagai komponen utama, yakni ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor sidik jari AS608 sebagai alat autentikasi, relay, kunci pintu solenoid, motor servo, adaptor 12V, dan aplikasi Blynk sebagai sarana pemantauan serta pengelolaan sistem. Semua komponen disusun sesuai dengan desain yang telah dibuat untuk membentuk sistem keamanan pintu yang terintegrasi. Pengembangan smart door lock biometrik berbasis ESP32 tidak hanya digunakan untuk autentikasi akses, tetapi juga dapat diintegrasikan dengan fitur monitoring dan notifikasi berbasis aplikasi untuk meningkatkan fungsi keamanan sistem secara menyeluruh [15].

Prototipe bekerja dengan cara membaca sidik jari pengguna menggunakan sensor fingerprint AS608. Data sidik jari yang berhasil terbaca akan dikirimkan ke ESP32 untuk dilakukan proses verifikasi dengan data

yang telah tersimpan pada sistem. Apabila sidik jari sesuai, ESP32 akan mengaktifkan relay dan aktuator sehingga solenoid door lock terbuka dan pintu dapat diakses. Sebaliknya, jika sidik jari tidak terdaftar, sistem akan menolak akses dan pintu tetap dalam keadaan terkunci. Beberapa penelitian prototipe smart door lock berbasis IoT telah menggabungkan sensor biometrik dan aplikasi monitoring untuk meningkatkan keamanan pintu serta memberikan kendali akses yang lebih fleksibel kepada pengguna[16].

Selain menggunakan autentikasi sidik jari, sistem juga dilengkapi dengan fitur monitoring dan pengelolaan pengguna melalui aplikasi Blynk. Pengguna bisa membuka pintu secara manual, menambahkan pengguna baru, melihat daftar pengguna, mengubah informasi pengguna, serta menghapus pengguna yang ada di sistem melalui blynk. Semua kegiatan akses dan kondisi sistem diperlihatkan secara langsung di aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau dan mengelola keamanan pintu dari jauh.



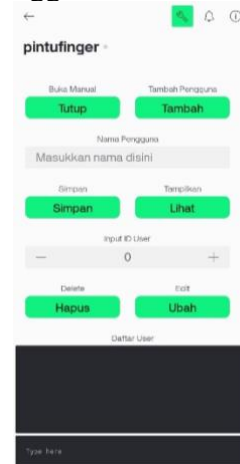
Gambar 4. Tampilan Tanpa Cover



Gambar 5. Tampilan Dengan Cover

B. Tampilan Blynk

Aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka untuk mengontrol dan mengelola smart door lock berbasis fingerprint. Fitur Buka Manual memungkinkan pintu dibuka langsung melalui aplikasi. Tambah Pengguna digunakan untuk mendaftarkan sidik jari baru dan memberikan nama pengguna. Daftar Pengguna menunjukkan semua pengguna yang telah terdaftar, sementara Hapus Pengguna dan Edit Pengguna berfungsi untuk menghapus atau memodifikasi data pengguna yang disimpan. Selain itu, Layar Terminal menampilkan informasi dan aktivitas sistem secara real-time, seperti akses pintu dan proses pengelolaan pengguna.



Gambar 6. Tampilan Dashboard Aplikasi Monitoring Blynk pada Ponsel

C. Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem smart door lock dalam menjalankan fungsi yang telah dirancang. Pengujian meliputi proses autentikasi sidik jari, pengendalian solenoid door lock, pergerakan motor servo, serta monitoring melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian sistem ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sistem dan Aplikasi Monitoring Blynk

No	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Status
----	----------	-----------------------	-----------------	--------

1	Pintu terbuka dan notifikasi pengguna tampil di Blynk	Pintu terbuka dan notifikasi pengguna tampil di Blynk	Sesuai Harapan	Berhasil
2	Sidik jari tidak terdaftar ditempelkan pada sensor	Pintu tetap terkunci dan notifikasi peringatan tampil di Blynk	Sesuai harapan	Berhasil
3	Pengguna yang telah dihapus mencoba mengakses sistem	Pintu tetap terkunci dan akses ditolak	Sesuai harapan	Berhasil
4	Relay menerima perintah dari ESP32	Solenoid lock terbuka	Sesuai harapan	Berhasil
5	Solenoid lock terbuka selama 3 detik	Servo membuka pintu	Sesuai harapan	Berhasil
6	Pintu dalam kondisi terbuka selama 3 detik	Servo menutup pintu secara otomatis	Sesuai harapan	Berhasil
7	Pintu telah tertutup	Solenoid lock mengunci kembali	Sesuai harapan	Berhasil
8	Sistem terhubung ke internet	Data monitoring tampil pada aplikasi Blynk	Sesuai harapan	Berhasil
9	Pengguna berhasil melakukan akses	Nama pengguna tercatat pada aplikasi Blynk	Sesuai harapan	Berhasil
10	Terjadi percobaan akses oleh pengguna tidak dikenal	Notifikasi peringatan dikirim ke Blynk	Sesuai harapan	Berhasil

Berdasarkan Tabel 2, seluruh skenario pengujian sistem smart door lock berhasil dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Sistem dapat mengenali sidik jari yang sudah terdaftar dan menolak akses dari

sidik jari yang belum terdaftar serta pengguna yang telah dihapus. Relay, solenoid door lock, dan motor servo juga bekerja dengan baik dalam proses membuka, menutup, dan mengunci pintu secara otomatis. Selain itu, aplikasi Blynk berhasil menampilkan data monitoring, mencatat pengguna yang mengakses sistem, serta mengirimkan notifikasi peringatan saat terjadi percobaan akses tidak sah. Hasil ini memperlihatkan bahwa sistem telah beroperasi dengan baik dan sesuai dengan desain yang direncanakan. Inovasi pada smart door lock terus berkembang melalui integrasi berbagai teknologi komunikasi dan autentikasi, seperti fingerprint, keypad, RFID, Bluetooth, maupun protokol IoT untuk meningkatkan fleksibilitas serta keandalan sistem keamanan pintu.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan, pelaksanaan, dan pengujian yang telah dilakukan, sistem smart door lock berbasis sidik jari dengan pemantauan IoT menggunakan ESP32 berhasil dibuat dan beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini dapat mengautentikasi pengguna melalui sensor fingerprint AS608, mengatur mekanisme penguncian dan pembukaan pintu menggunakan solenoid door lock serta motor servo, dan menampilkan informasi status serta aktivitas akses secara langsung melalui aplikasi Blynk. Hasil uji coba menunjukkan bahwa semua skenario yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik, termasuk proses verifikasi sidik jari, manajemen pengguna, penguncian otomatis, serta pengiriman notifikasi ke aplikasi pemantauan. Oleh karena itu, sistem yang dirancang dapat menjadi alternatif keamanan pintu yang lebih efisien, praktis, dan terkini dibandingkan penggunaan kunci tradisional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Universitas Duta Bangsa Surakarta, terutama Program Studi Teknik Informatika,

atas bantuan dan sarana yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Penulis juga mengungkapkan rasa terima kasih kepada dosen pembimbing, teman-teman, serta semua pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dukungan sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan sukses.

REFERENSI

- [1] A. A. Zainuddin *et al.*, "Innovative IoT Smart Lock System : Enhancing Security with Fingerprint and RFID Technology," *Malaysian J. Sci. Adv.*, vol. 4, no. 4, pp. 360–365, 2024.
- [2] W. Yang, S. Wang, J. Hu, and G. Zheng, "SS symmetry Security and Accuracy of Fingerprint-Based Biometrics : A Review," *Symmetry (Basel)*, 2019, doi: 10.3390/sym11020141.
- [3] S. Pandey, M. Chaudhary, and Z. Tóth, "An investigation on real - time insights : enhancing process control with IoT - enabled sensor networks," *Discov. Internet Things*, 2025, doi: 10.1007/s43926-025-00124-6.
- [4] M. Artiyasa, "Comparative Study of Internet of Things (IoT) Platform for Smart Home Lighting Control Using NodeMCU with Thingspeak and Blynk Web Applications," *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [5] J. Abedalrahim, J. Alsayaydeh, and M. F. Yusof, "Design and Evaluation of a Biometric IoT-Based Smart Lock System with Real-Time Monitoring and Alert Mechanisms," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 16, no. 7, pp. 349–362, 2025.
- [6] T. Van Der Putte and J. Keuning, "BIOMETRICAL FINGERPRINT RECOGNITION : DON ' T GET YOUR FINGERS BURNED".
- [7] H. A. Nurohman and Pramono, "Pengembangan Sistem Kontrol Akses Pintu Otomatis Menggunakan RFID , Keypad , Servo SG90 , dan ESP32 untuk," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis(SENATIB)*, pp. 779–787, 2025.
- [8] A. Tyagi and S. Phule, "IoT Based Smart Home Automation System," *Int. J. Res. Eng. Appl. Manag.*, no. 03, pp. 34–41, 2020.
- [9] I. M. Kurniasyah, L. Rakhmawati, and U. N. Surabaya, "Smart Door Lock Innovation Using Integration of Bluetooth Low Energy and MQTT IoT Protocol," *Indones. J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 41–46, 2025.
- [10] A. Ziad and E. Darnila, "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," *Malikussaleh Int. Conf. Multidiscip. Stud.*, vol. 00023, pp. 1–11, 2024.
- [11] F. R. Saputri, R. Linelson, M. Salehuddin, and D. Nor, "Design and development of an irrigation monitoring and control system based on blynk internet of things and thingspeak," *PLoS One*, pp. 1–19, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0321250.
- [12] W. Gamma *et al.*, "IOT SMART DOOR LOCK SYSTEM MENGGUNAKAN DOUBLE SENSOR," *J. Mnemon.*, vol. 8, no. 1, pp. 74–82, 2025.
- [13] I. N. Nainggolan and R. A. V. Simbolon, "Designing an Internet of Things-Based Automatic Door Lock System Using Esp32 Cam, Keypad, Fingerprint with Telegram Notifications at PT. Hosana Inti," *J. Majelis Paspama*, vol. 3, no. 1, pp. 56–57, 2025.
- [14] K. Ananta, K. Permana, and I. N. Piarsa, "IoT-Based Smart Door Lock System with Fingerprint and Keypad Access," *J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 6, no. 3, pp. 2086–2098, 2024, doi: 10.51519/journalisi.v6i3.844.
- [15] D. Thabagnana and R. Vadivel, "Biometric door lock

system with automated fire detection alert," *World J. Adv. Res. Rev.*, vol. 21, no. February, pp. 1201–1208, 2024.

[16]

A. D. Wibowo and E. S. Susanto, "PERANCANGAN PURWARUPA SMART DOOR LOCK BERBASIS INTERNET OF THINGS," *J. ELEKTRO Inform. SWADHARMA*, vol. 04, pp. 1–8, 2024.