

MINIATUR SMART DOOR LOCK RUMAH BERBASIS FINGERPRINT DAN PIN ARDUINO UNO R3

Feri Aderian Saputra^{1*}, Supriadi², Hari Purwadi³, Aeltri Jeacfy Gozal Go⁴

Teknologi Informasi, Teknik Komputer, Politeknik Negeri Samarinda, Indonesia

Keywords:

Smart door lock, keamanan rumah, fingerprint, PIN, Arduino Uno R3, mikrokontroler.

Correspondent Email:

feriaderiansaputra0905@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun miniatur smart door lock berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan sistem autentikasi ganda menggunakan sensor fingerprint dan PIN. Sistem dirancang untuk meningkatkan keamanan pintu dengan menggabungkan dua metode verifikasi, yaitu sidik jari sebagai identifikasi utama dan keypad sebagai input PIN. Komponen yang digunakan meliputi Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama, sensor fingerprint sebagai pembaca sidik jari, keypad 4×4 sebagai input password, LCD 16×2 sebagai media tampilan informasi, relay atau solenoid sebagai penggerak kunci pintu, serta buzzer sebagai indikator suara. Proses kerja sistem dimulai dari pembacaan sidik jari, kemudian dilanjutkan dengan verifikasi PIN, dan pintu akan terbuka apabila kedua data sesuai dengan yang tersimpan pada sistem. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan autentikasi dan waktu respons alat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik, memiliki tingkat keberhasilan tinggi dalam proses verifikasi, serta waktu respons yang cepat sehingga dapat digunakan sebagai miniatur sistem keamanan pintu rumah yang efektif dan stabil.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *This study aims to design and build a smart door lock miniature based on the Arduino Uno R3 microcontroller using a dual authentication system with fingerprint and PIN verification. The system is designed to improve door security by combining two verification methods, namely fingerprint identification as the primary authentication and keypad input as the secondary PIN verification. The hardware components used include Arduino Uno R3 as the main controller, a fingerprint sensor for reading user fingerprints, a 4×4 keypad for password input, a 16×2 LCD for displaying system information, a relay or solenoid as the door lock actuator, and a buzzer as a sound indicator. The system works by first verifying the fingerprint, then requesting the PIN input, and the door will unlock only if both data match the stored data in the system. Testing was conducted to determine the authentication success rate and system response time. The test results show that the system works properly, has a high verification success rate, and provides a fast response time, so it can be used as an effective and stable miniature home door security system.*

1. PENDAHULUAN

Keamanan rumah merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan modern, namun penggunaan kunci mekanik konvensional masih memiliki berbagai kelemahan seperti mudah hilang, diduplikasi, atau disalahgunakan sehingga kurang efektif dalam menjaga keamanan. Perkembangan teknologi memungkinkan penerapan sistem smart door lock berbasis biometrik dan kode akses digital untuk meningkatkan sistem keamanan rumah. Salah satu teknologi biometrik yang banyak digunakan adalah fingerprint karena memiliki karakteristik yang unik pada setiap individu sehingga dapat digunakan sebagai metode autentikasi yang akurat dan andal. Selain itu, penggunaan Personal Identification Number (PIN) dapat menjadi lapisan keamanan tambahan untuk meningkatkan tingkat keamanan sistem. Sistem ini dapat diimplementasikan pada embedded system dengan memanfaatkan mikrokontroler seperti Arduino yang mampu mengintegrasikan berbagai komponen perangkat keras seperti sensor fingerprint, keypad, dan kunci pintu elektronik dalam satu sistem kontrol yang mudah diprogram dan memiliki biaya implementasi relatif rendah. [1]

Beberapa penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu metode autentikasi sehingga tingkat keamanannya masih terbatas. Sistem keamanan pintu berbasis fingerprint yang dikendalikan oleh Arduino Uno R3 telah dikembangkan untuk mengontrol akses pintu secara otomatis. Oleh karena itu, penelitian ini merancang miniatur smart door lock dengan autentikasi ganda menggunakan fingerprint dan PIN untuk meningkatkan keamanan serta menguji kinerja sistem. [2]

2. TINJAUAN PUSTAKA

Smart door lock adalah sistem pengunci pintu elektronik yang menggunakan autentikasi digital untuk mengontrol akses pengguna. Sistem ini menerapkan konsep multi-factor authentication dengan menggabungkan dua metode verifikasi sehingga tingkat keamanannya lebih tinggi dibandingkan satu metode autentikasi saja. [3]

Fingerprint merupakan teknologi biometrik yang mengenali pola unik sidik jari

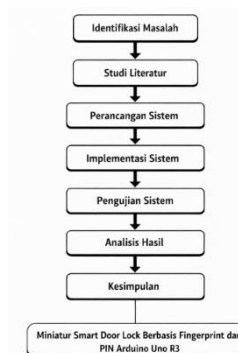
melalui proses perekaman dan pencocokan data untuk memverifikasi identitas pengguna. Sementara itu, PIN (Personal Identification Number) adalah kode rahasia yang digunakan sebagai lapisan autentikasi tambahan. Kombinasi fingerprint dan PIN membentuk sistem multi-factor authentication yang meningkatkan keamanan akses dengan memerlukan lebih dari satu metode verifikasi sehingga dapat meminimalkan risiko akses tidak sah pada sistem keamanan berbasis IoT. [4]

Arduino Uno R3 berfungsi sebagai pusat kendali yang memproses input dari sensor fingerprint dan keypad, kemudian mengontrol aktuator untuk membuka atau mengunci pintu. Sistem ini dirancang berdasarkan konsep embedded system dengan alur kerja input–proses–output, sehingga mikrokontroler dapat mengintegrasikan berbagai perangkat input dan output dalam satu sistem kontrol keamanan otomatis berbasis Arduino. [5]

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa eksperimen (engineering design) dengan pendekatan perancangan dan pengujian sistem embedded untuk merancang miniatur smart door lock berbasis autentikasi ganda menggunakan fingerprint dan PIN dengan Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama. Arduino berfungsi memproses data dari sensor autentikasi dan mengontrol sistem pengunci pintu sehingga keamanan akses dapat ditingkatkan dibandingkan kunci konvensional.

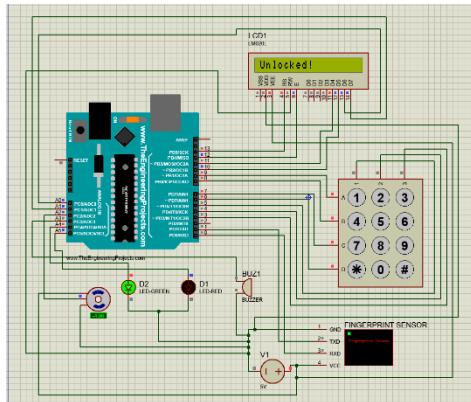


Gambar 1. alur penelitian

Flowchart penelitian menggambarkan tahapan penelitian yang dimulai dari identifikasi masalah dan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan perancangan dan implementasi sistem smart door lock berbasis fingerprint dan PIN menggunakan Arduino Uno R3, serta pengujian dan analisis kinerja sistem sebelum penarikan kesimpulan. Tahapan tersebut sejalan dengan metode perancangan dan pengujian sistem prototype berbasis mikrokontroler pada penelitian sebelumnya. [6]

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

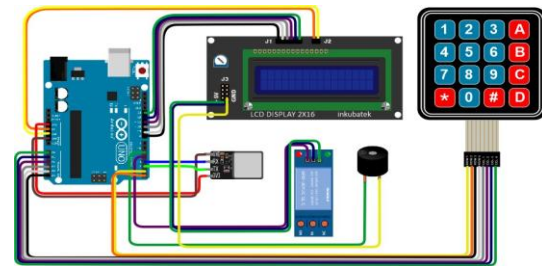
Perancangan perangkat lunak sistem Smart Door Lock dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++ untuk mengendalikan Arduino Uno R3. Program berfungsi membaca data dari sensor fingerprint dan PIN melalui keypad, kemudian melakukan verifikasi data. Jika autentikasi berhasil, sistem akan membuka kunci pintu dan menampilkan status pada LCD sehingga meningkatkan keamanan akses pengguna.



Gambar 2. Rangkaian Proteus

Rangkaian sistem Smart Door Lock pada gambar disimulasikan menggunakan Proteus Design Suite dengan Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama. Arduino memproses input dari keypad dan sensor fingerprint sebagai autentikasi pengguna, kemudian menampilkan status pada LCD 16x2 serta mengaktifkan LED dan buzzer sebagai indikator akses berhasil atau gagal. Seluruh rangkaian menggunakan sumber tegangan 5V sehingga sistem dapat bekerja secara terintegrasi dalam meningkatkan keamanan akses pintu. [7]

3.3 Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3. Wiring diagram

Perangkat keras sistem terdiri dari Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler, sensor fingerprint sebagai autentikasi biometrik, keypad 4x4 sebagai input PIN, LCD 16x2 sebagai tampilan, serta solenoid door lock atau servo sebagai aktuator pengunci pintu. Seluruh komponen dirancang dengan konsep input-process-output untuk mengontrol akses pintu secara otomatis dan aman. [8] Rangkaian tersebut menunjukkan sistem keamanan pintu berbasis Arduino Uno yang terhubung dengan sensor fingerprint, keypad, LCD 16x2, relay, dan buzzer. Arduino berfungsi memproses input autentikasi sidik jari atau PIN, menampilkan status pada LCD, serta mengaktifkan relay untuk membuka kunci pintu jika akses valid, sedangkan buzzer digunakan sebagai indikator suara. Sistem ini menerapkan konsep embedded sistem yang mengintegrasikan perangkat input, proses, dan output untuk mengontrol akses pintu secara otomatis. [9]

Table 1. Koneksi hardware

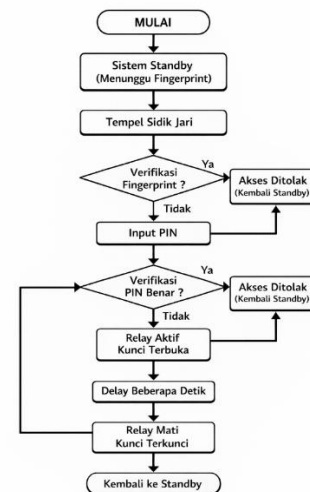
Komponen	Pin komponen	Pin ARDUINO
Modul Fingerprint	GND	GND
	RX	3
	TX	2
Modul LCD 16x2	3V3	3V3
	RS	8
	E	9
	D4	10
	D5	11
	D6	12
	D7	13

Relay	IN	4
	GND	GND
	VCC	+5V
Buzzer	+	5
	GND	GND
Keypad 4x4	Row 1	0
	Row 2	1
	Row 3	A5
	Row 4	A4
	Col 1	A3
	Col 2	A2
	Col 3	A1
	Col 4	A0

Tabel tersebut menunjukkan konfigurasi koneksi pin antara berbagai komponen dengan papan Arduino pada sistem keamanan pintu berbasis fingerprint dan password. Modul fingerprint terhubung ke Arduino melalui pin RX dan TX untuk komunikasi serial, sedangkan LCD 16×2 menggunakan beberapa pin digital untuk menampilkan informasi sistem. Selain itu, relay berfungsi sebagai pengendali aktuator kunci pintu, buzzer sebagai indikator suara, dan keypad 4×4 sebagai media input PIN sehingga Arduino dapat membaca kombinasi tombol untuk proses autentikasi pengguna. Integrasi komponen input seperti biometrik dan keypad dengan mikrokontroler memungkinkan sistem melakukan verifikasi identitas dan mengontrol mekanisme penguncian pintu secara otomatis sebagai bagian dari sistem keamanan berbasis embedded system. [10]

3.4 Diagram Alur Sistem

Diagram alur sistem dimulai dari kondisi standby, kemudian pengguna memindai sidik jari melalui sensor fingerprint. Jika sidik jari valid, pengguna diminta memasukkan PIN melalui keypad sebagai verifikasi kedua. Apabila kedua autentikasi benar, sistem akan membuka kunci pintu beberapa detik lalu menguncinya kembali secara otomatis, sedangkan jika verifikasi gagal maka akses ditolak dan sistem kembali ke kondisi standby. Mekanisme ini menerapkan multi-factor authentication untuk meningkatkan keamanan sistem kunci pintu berbasis mikrokontroler. [11]



Gambar 4. Flowchart sistem

Flowchart sistem smart door lock berbasis fingerprint dan PIN menunjukkan bahwa sistem bekerja dari kondisi standby, kemudian pengguna memindai sidik jari pada sensor fingerprint. Jika sidik jari valid, pengguna diminta memasukkan PIN melalui keypad, dan apabila PIN benar maka relay aktif sehingga kunci pintu terbuka beberapa detik sebelum kembali terkunci, sedangkan jika verifikasi gagal maka sistem menolak akses dan kembali ke standby. Mekanisme ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa sistem kunci pintu biometrik menggunakan pencocokan sidik jari dengan data yang tersimpan dan dapat dikombinasikan dengan password atau keypad untuk meningkatkan keamanan, di mana kunci hanya terbuka ketika autentikasi berhasil dan tetap terkunci jika verifikasi tidak sesuai. [12]

3.5 Teknik Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan kinerja dan keandalan perangkat yang dirancang, meliputi uji fungsional setiap komponen, uji keberhasilan autentikasi fingerprint dan PIN, serta pengukuran waktu respons sistem dari proses verifikasi hingga pintu terbuka. Hasil pengujian kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menilai performa sistem keamanan. Metode ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa evaluasi sistem smart door lock berbasis fingerprint dilakukan melalui pengujian menyeluruh terhadap akurasi autentikasi, kecepatan respon, serta

keandalan perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk pengukuran tingkat keberhasilan pengenalan sidik jari dan analisis performa sistem untuk memastikan keamanan dan stabilitas kerja sistem yang dirancang. [13]



Gambar 5. Prototipe

Gambar tersebut menunjukkan prototipe sistem keamanan berbasis mikrokontroler yang menggunakan keypad 4x4 sebagai input password dan LCD 16x2 sebagai tampilan informasi. Pengguna memasukkan kode melalui keypad, kemudian mikrokontroler memproses data dan menampilkan status verifikasi pada LCD sebelum memberikan akses, sehingga sistem dapat digunakan untuk mengontrol keamanan pintu atau ruangan dengan metode autentikasi berbasis password. Konsep ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa sistem keamanan pintu modern menggunakan kombinasi perangkat input seperti keypad atau PIN, bersama mikrokontroler dan modul autentikasi untuk memverifikasi pengguna sebelum akses diberikan, serta dapat dikombinasikan dengan teknologi lain seperti RFID atau metode autentikasi tambahan untuk meningkatkan tingkat keamanan dan mengurangi risiko akses tidak sah. [14]

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan dan Implementasi

Miniatur smart door lock dirancang menggunakan Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama yang mengintegrasikan sensor fingerprint, keypad sebagai input PIN, LCD sebagai tampilan, serta aktuator kunci pintu sebagai output. Sistem bekerja dengan autentikasi ganda sehingga pintu hanya terbuka jika sidik jari dan PIN sesuai dengan data yang tersimpan, sehingga keamanan akses lebih terjamin. Konsep ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa sistem kunci pintu otomatis berbasis mikrokontroler menggunakan kombinasi fingerprint, keypad, dan modul pengunci elektronik untuk memverifikasi pengguna sebelum akses diberikan sehingga meningkatkan keamanan dan keandalan sistem pengamanan pintu.

Tabel 2. Komponen dan fungsi sistem

Komponen	Fungsi
Arduino Uno R3	Sebagai pengendali utama sistem
Sensor Fingerprint	Membaca dan memverifikasi sidik jari pengguna
Keypad 4x4	Digunakan untuk memasukkan PIN
LCD 16x2	Menampilkan informasi proses autentikasi
Relay / Solenoid	Menggerakkan mekanisme kunci pintu
Buzzer	Memberikan notifikasi suara

Perangkat keras pada sistem miniatur smart door lock terdiri dari Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama yang mengatur seluruh proses kerja, sensor fingerprint sebagai autentikasi pertama, keypad 4x4 sebagai input PIN, LCD 16x2 sebagai tampilan informasi, serta relay atau solenoid sebagai aktuator kunci pintu dan buzzer sebagai indikator suara. Sistem bekerja dengan konsep autentikasi ganda sehingga pintu hanya terbuka apabila sidik jari dan PIN sesuai dengan data yang tersimpan. Penggunaan mikrokontroler Arduino sebagai

pusat kendali memungkinkan integrasi berbagai modul input dan output untuk meningkatkan keamanan akses pintu, karena data yang dimasukkan pengguna akan diproses terlebih dahulu sebelum sistem memberikan perintah membuka atau menutup kunci secara otomatis, sehingga sistem keamanan menjadi lebih efektif dibandingkan kunci konvensional. [15]

4.2 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan setiap komponen sistem bekerja dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor fingerprint dapat membaca sidik jari yang terdaftar, keypad menerima input PIN dengan benar, LCD menampilkan informasi sistem, serta aktuator kunci dapat membuka dan mengunci pintu secara otomatis sesuai perintah program. Pengujian sistem seperti ini penting dilakukan untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai spesifikasi dan mampu meningkatkan keamanan sistem penguncian elektronik. [16]

Tabel 3. Hasil pengujian system autentikasi

Fingerprint	PIN	Hasil
Terdaftar	Benar	Pintu Terbuka
Terdaftar	Salah	Akses ditolak
Tidak Terdaftar	Benar	Akses ditolak

Hasil penerapan sistem autentikasi ganda pada miniatur smart door lock menunjukkan bahwa sistem bekerja berdasarkan verifikasi sidik jari dan PIN secara berurutan. Jika sidik jari yang dipindai terdaftar dan PIN yang dimasukkan benar maka sistem akan membuka kunci pintu, sedangkan jika salah satu tidak sesuai maka akses akan ditolak sehingga pintu tetap terkunci. Penggunaan metode autentikasi ganda ini bertujuan untuk meningkatkan tingkat keamanan karena sistem hanya memberikan akses kepada pengguna yang benar-benar terdaftar, sehingga dapat mengurangi kemungkinan akses tidak sah dibandingkan dengan penggunaan satu metode autentikasi saja, di mana kombinasi biometrik dan PIN terbukti

lebih aman dan banyak digunakan pada sistem pengamanan pintu elektronik berbasis mikrokontroler. [17]

4.3 Pengujian Kinerja Sistem

Pengujian kinerja dilakukan untuk mengetahui keberhasilan autentikasi dan waktu respons sistem, di mana hasil menunjukkan bahwa sistem mampu memverifikasi fingerprint dan PIN dengan baik serta membuka pintu dengan cepat sehingga dapat bekerja efektif sebagai miniatur sistem keamanan pintu. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa pengujian pada sistem keamanan berbasis Arduino dilakukan untuk memastikan proses input, verifikasi, dan pengaktifan kunci berjalan dengan baik sehingga sistem dapat meningkatkan keamanan dibandingkan kunci manual. [18]



Gambar 5. Tampilan LCD saat verifikasi password.

Sistem keamanan bekerja dengan membaca input dari sensor fingerprint dan keypad yang diproses oleh Arduino sebagai pengendali utama. Setelah sidik jari terverifikasi, pengguna diminta memasukkan PIN melalui keypad sebagai validasi, dan jika PIN sesuai maka relay akan aktif sehingga kunci dapat terbuka, sedangkan jika PIN salah pengguna diberi beberapa kali percobaan sebelum akses ditolak. Prinsip ini sesuai dengan penelitian yang menjelaskan bahwa Arduino mengontrol seluruh rangkaian, keypad digunakan sebagai input password, dan relay atau solenoid akan aktif apabila kode yang dimasukkan sesuai dengan program yang tersimpan pada mikrokontroler. [19]

Tabel 4. Hasil pengujian sensor fingerprint

Pengujian	Hasil
Fingerprint benar	100% berhasil
Fingerprint salah	Akses ditolak
Waktu respon	2 detik

Hasil pengujian sensor fingerprint menunjukkan bahwa sistem autentikasi bekerja dengan baik, dimana sidik jari yang terdaftar dapat dikenali dengan tingkat keberhasilan tinggi sehingga akses diberikan, sedangkan sidik jari yang tidak sesuai akan ditolak untuk menjaga keamanan. Proses ini dilakukan dengan membaca pola sidik jari menggunakan sensor fingerprint yang terhubung dengan mikrokontroler, kemudian data dibandingkan dengan database yang tersimpan sehingga hanya pengguna yang terdaftar yang dapat membuka kunci. Pengujian juga menunjukkan waktu respon sistem cukup cepat dan stabil dalam proses verifikasi, sehingga sistem layak digunakan sebagai pengaman pintu elektronik berbasis biometri. [20]

5. KESIMPULAN

Penelitian ini merancang miniatur smart door lock berbasis fingerprint dan PIN menggunakan Arduino Uno R3 untuk meningkatkan keamanan rumah. Berdasarkan kajian teori, kombinasi autentikasi biometrik dan PIN menerapkan konsep multi-factor authentication sehingga lebih aman dibandingkan kunci konvensional. Arduino Uno R3 berfungsi sebagai pengendali utama yang mengintegrasikan sensor fingerprint, keypad, LCD, relay, dan buzzer dalam sistem embedded dengan alur input–proses–output.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat memverifikasi sidik jari dan PIN dengan baik serta mampu membuka dan mengunci pintu secara otomatis dengan respons yang cepat. Sistem hanya memberikan akses ketika sidik jari terdaftar dan PIN benar, sehingga autentikasi ganda ini dapat meningkatkan keamanan dan menjadi alternatif sistem keamanan pintu berbasis mikrokontroler yang lebih andal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Supriadi selaku Pembimbing I dan Bapak Hari Purwadi selaku Pembimbing II atas bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses perancangan dan penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan penulis, Aeltri Jeacfy Gozal Go, atas kerja sama, dukungan, dan kontribusinya dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. A. & K. E. A. Siswanto, “Fingerprint Authentication in Smart Home Environment Based on Embedded System,” *Proceedings of the International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME), Maldives.*, p. pp. 744–746., 2022.
- [2] S. G. T. T. M. & S. R. Rumahlaiselan, “Design of Arduino-Based Fingerprint Security System in the Financial Archive Room Dinas Pariwisata Kabupaten Maluku Tengah,” *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, no. vol. 4, p. no. 2, 2025.
- [3] D. A. & A. B. Reza, “Prototype Sistem Door Lock Menggunakan RFID Berbasis Arduino Uno. Jurnal Energy,” *Jurnal Energy*, p. 37–48, 2025.
- [4] A. Mira, “Experimental Evaluation and Performance Analysis of a Dual-Factor IoT-Based Smart Door Security System,” *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, p. 2125 – 2132, 2026.
- [5] J. & A. N. I. Prasetya, “Transformasi Limbah Kayu Menjadi Smart Locker Berbasis Arduino dan RFID,” *INFOTECH Journal*, p. 17 – 24, 2026.
- [6] B. A. Dimas Alvian Reza, “Prototype Sistem Door Lock Menggunakan RFID Berbasis Arduino Uno,” *Energy Journal*, no. volume 1, p. 37–48, 2025.
- [7] J. W. & T. R. W. Simatupang, “Security Door Lock Using Multi-Sensor System Based on RFID, Fingerprint, and Keypad,” *GECOST*, pp. 1-5, 2022.
- [8] S. Yasmin, “Fingerprint Door Lock System Using Arduino,” Vaasan Ammattikorkeakoulu – University of Applied Sciences, Vaasa, Finland, 2023.

- [9] R. A. T. P. C. K. M. L. R. J. & G. M. M. V. Necio, "Smart Door Lock System Using Arduino Uno," *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, p. 5931 – 5934, 2025.
- [10] A. C. K. M. K. P. K. V. Y. P. M. D. S. & T. S. Savitha, "Embedded High Alert Door Locking System.," *Journal of Scholastic Engineering Science and Management (JSESM)*, no. Vol. 4, Issue 5, p. 74–78., 2025.
- [11] R. & P. A. Singh, "Design and Implementation of Smart Door Lock System Using Biometric and Password Authentication.," *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, no. 13(6), p. 112–116., 2024.
- [12] S. K. S. S. S. A. G. A. P. N. D. S. S. & A. C. Mishra, "Development and deployment of a biometric fingerprint lock system.," *Journal of Information & Optimization Sciences.*, no. 46(1), p. 253–262., 2025.
- [13] S. K. A. & M. S. Bhowmick, "Fingerprint Door Lock using Arduino UNO R3.," *International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR)*, no. Vol. 5, No. 3, p. 3, 2023.
- [14] V. S. A. S. T. & S. K. Shetye, "Intelligent Door Entry: RFID-Based Authentication with Pin and Keystroke Profiling.," *Proceedings of International Conference on Computer Science and Communication Engineering (ICCSCE 2025)*, no. Vol 124, 2025.
- [15] M. A. S. S. S. U. Ridhani, "Rancang Bangun Smart Doorlock System Berbasis Arduino. Jurnal Informatika Kesatuan," *Jurnal Informatika Kesatuan (JIKES)*, no. Vol. 5 No. 2, p. 69–76, 2023.
- [16] I. K. R. A. P. H. S. Made Waradiana Aryadi, "Smart Lock System Berbasis IoT Menggunakan ESP32 Untuk Keamanan Akses Pusat Data (Studi Kasus: UPA TIK Undiksha)," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, no. Vol 14, p. 849, 2024.
- [17] R. & H. T. Pratama, "Perancangan Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Fingerprint dan Password Berbasis Mikrokontroler.," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JIMA-ILKOM)*, no. Vol. 11 No. 2, p. 101–108., 2024.
- [18] A. A. J. D. M. I. M. A. & I. Nazarwati, "Sistem Keamanan Rumah dan Buka Pintu Menggunakan Keypad Berbasis Arduino.," *SULIWA: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, no. Vol 1, No 1, pp. 16-17, 2024.
- [19] D. N. C. R. A. B. A. S. E. H. M. K. & A. F. Ilham, "Implementation of Vibration Sensor and Pin Lock using Keypad for Charity Box Security," *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Arts*, no. Vol 1, No 2, p. 125–133, 2022.
- [20] M. R. H. & M. A. R. S. M. H. Al-Furqan, "Fingerprint Based Door Locking System Using Microcontroller.," *International Journal of Scientific & Technology Research.*, no. Vol. 10, Issue 5, p. 45–49., 2021.