



RANCANG BANGUN SISTEM SMART DOOR LOCK BERBASIS FINITE STATE MACHINE (FSM) DAN INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

Muhammad Iqbal Haryo Wicaksono ^{1*}, Lusiarakhmawati ², Parama Diptya Widayaka ³,
Muhamad Syariffuddin Zuhrie ⁴

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: muhammadiqbal.22125@mhs.unesa.ac.id, lusiarakhmawati@unesa.ac.id,
paramawidayaka@unesa.ac.id, zuhrie@unesa.ac.id

ABSTRACT

This study aims to design and implement an ESP32-based smart door lock system using the Finite State Machine (FSM) method and Telegram notifications. The system employs a keypad for PIN authentication, a relay and solenoid door lock as the locking mechanism, an LCD for displaying system information, and a buzzer as a warning indicator. The test results showed that the keypad and PIN validation achieved 100% accuracy, with an average door unlocking response time of 92.87 ms, buzzer activation time of 31.35 ms, and Telegram notification delivery time of 1.56 s. The overall system testing also achieved a 100% success rate. These results indicate that the proposed system performs reliably and effectively as an IoT-based door security system.

Keywords: Smart Door Lock, ESP32, Finite State Machine (FSM), Internet of Things (IoT), Door Security.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang sistem smart door lock berbasis ESP32 menggunakan metode Finite State Machine (FSM) dan notifikasi Telegram. Sistem menggunakan keypad sebagai autentikasi PIN, relay dan solenoid door lock sebagai pengunci pintu, LCD sebagai media informasi, serta buzzer sebagai indikator peringatan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi keypad dan validasi PIN sebesar 100%, dengan rata-rata waktu respons pembukaan kunci 92,87 ms, aktivasi buzzer 31,35 ms, dan pengiriman notifikasi Telegram 1,56 detik. Pengujian sistem secara keseluruhan juga menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dan efektif sebagai sistem keamanan pintu berbasis IoT.

Article History

Received: Juli 2026

Reviewed: Juli 2026

Published: Juli 2026

Plagiarism Checker No
237.u873247.fh8374

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Kata Kunci: <i>Smart Door Lock, ESP32, Finite State Machine (FSM), Internet of Things (IoT), Keamanan Pintu.</i>	
---	--

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi terkini telah menghadirkan otomatisasi sebagai elemen penting dalam kehidupan sehari-hari, memungkinkan berbagai kegiatan dilakukan dengan lebih cepat, efisien, dan aman berkat kehadiran perangkat cerdas. Perkembangan ini meluas tidak hanya di dunia industri atau komunikasi, tetapi juga masuk ke dalam sektor keamanan. Salah satu inovasi signifikan yang lahir dari kemajuan ini adalah sistem kunci pintu otomatis atau smart door lock (Saini, 2024).

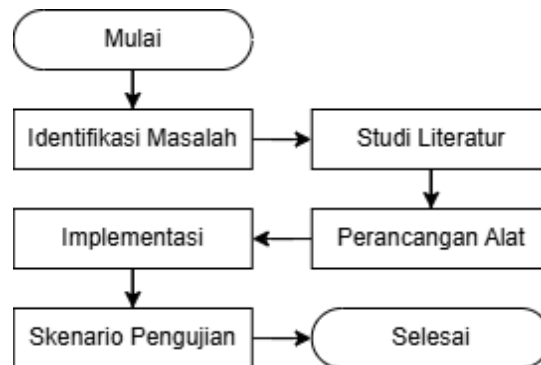
Sistem smart door lock merupakan inovasi teknologi keamanan modern yang dirancang untuk menggantikan sistem kunci mekanik konvensional dengan sistem penguncian digital yang lebih cerdas, efisien, dan terintegrasi (Hardiyan Firmansyah and Mukmin, 2023). Selain aspek keamanan, kecepatan respons sistem juga menjadi faktor penting dalam implementasi smart door lock. Waktu respons yang terlalu lambat dapat mengurangi kenyamanan pengguna dan berpotensi menimbulkan risiko keamanan, misalnya keterlambatan pembukaan kunci saat autentikasi berhasil atau keterlambatan aktivasi alarm ketika terjadi percobaan akses tidak sah (Mira 2026).

Penelitian mengenai smart door lock telah banyak dilakukan dengan berbagai metode autentikasi dan teknologi pendukung. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menggunakan logika prosedural berbasis if-else, sehingga belum menerapkan metode Finite State Machine (FSM) sebagai logika pengendali. Disisi lain, FSM mampu mengatur sistem yang memiliki banyak kondisi (state) dan transisi secara terstruktur, sehingga alur kerja sistem menjadi lebih sistematis, mudah dikelola, dan mengurangi potensi kesalahan logika (Erivianto and Dani, 2025).

Penelitian ini mengusulkan inovasi berupa penerapan logika Finite State Machine (FSM) pada sistem smart door lock berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Dalam rancangan ini, FSM berperan sebagai pengatur utama alur kerja sistem, sedangkan ESP32 berfungsi memproses data serta menghubungkan perangkat ke jaringan IoT agar proses pemantauan dan pengendalian pintu dapat dilakukan secara real-time.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alur penelitian menunjukkan tahapan penelitian dari awal hingga akhir, mulai dari identifikasi masalah sampai dengan penyusunan kesimpulan. Diagram alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

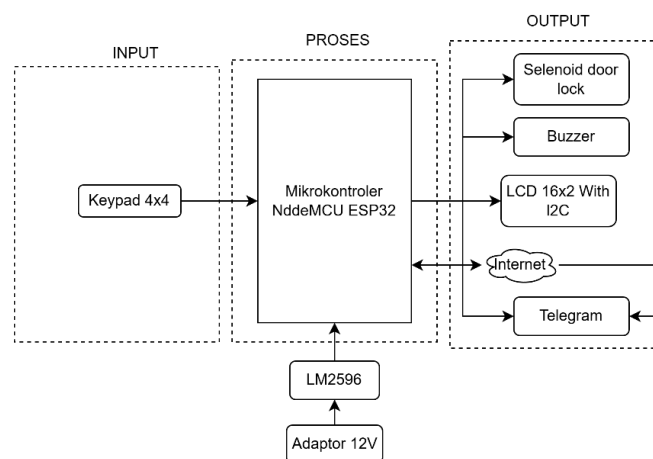


Gambar 1. Alur Penelitian

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini terdiri atas tiga tahapan, yaitu.

A. Blok Diagram

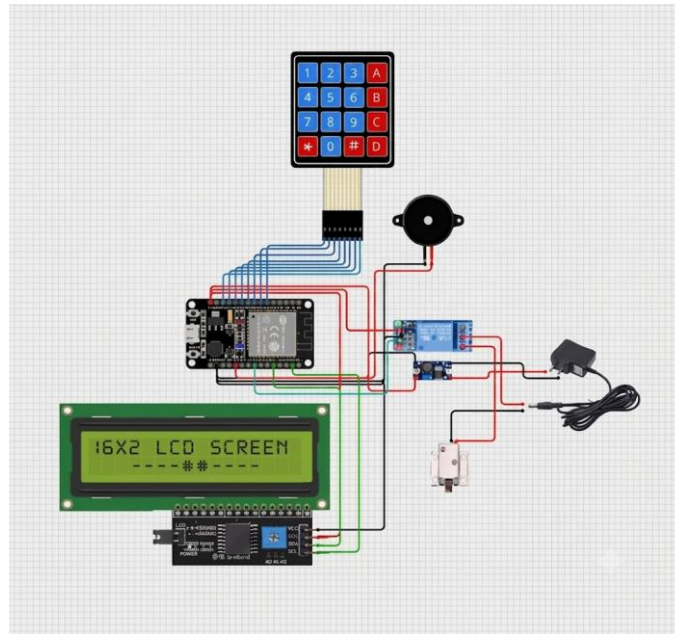
Perancangan sistem diawali dengan penyusunan blok diagram yang menggambarkan hubungan antarblok berdasarkan fungsi masing-masing sehingga membentuk suatu sistem yang saling terintegrasi. Selain itu, blok diagram memberikan gambaran umum mengenai alur kerja sistem secara keseluruhan. Blok diagram penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram

B. Desain Perancangan Teknis

Desain perancangan teknis merupakan representasi hubungan pengkabelan (wiring) antar komponen yang digunakan dalam sistem. Wiring diagram menunjukkan skema jalur aliran listrik yang menghubungkan setiap komponen sehingga membentuk sistem yang terintegrasi. Desain perancangan teknis sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perkebelan Sistem

C. Desain Perancangan Keseluruhan

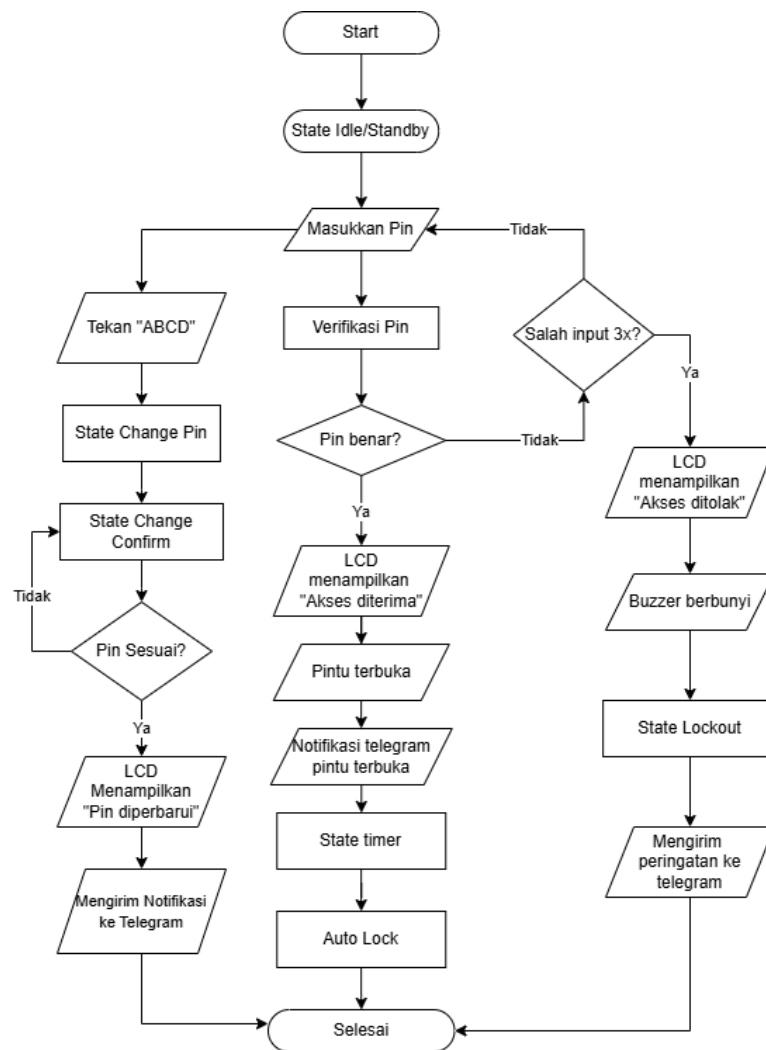
Desain alat merupakan tahap pembuatan casing sebagai wadah untuk menempatkan seluruh komponen yang telah dirangkai sekaligus melindungi komponen dari gangguan atau kerusakan akibat faktor eksternal. Pada penelitian ini, casing dibuat menggunakan teknologi 3D printing. Desain alat yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Alat

D. Perancangan Perangkat Lunak

Pengembangan perangkat lunak diawali dengan penyusunan flowchart untuk menggambarkan alur kerja sistem. Flowchart digunakan sebagai acuan dalam implementasi program agar perangkat keras dapat beroperasi sesuai dengan logika yang telah dirancang. Diagram alir sistem ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Sistem

E. Rumus Pengujian

Setelah proses perancangan selesai, sistem diuji untuk memastikan seluruh fungsi bekerja sesuai dengan rancangan. Apabila hasil pengujian belum memenuhi indikator yang telah ditetapkan, dilakukan evaluasi dan pengujian ulang. Tahap pengujian pada penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian sebagai berikut.

1. Rumus Akurasi Sensor

Rumus akurasi sensor dihitung menggunakan persaaan berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{pengujian berhasil}}{\text{total pengujian}} \times 100\% \quad (1)$$

(Putri et al., 2025)

2. Rumus Waktu Respon

Nilai waktu respons rata-rata dari seluruh aktivitas pengujian performa menggunakan persamaan berikut.



$$\bar{x} = \frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

$\bar{x}$ = waktu respon rata-rata

d_n = nilai rata-rata waktu respon aktivitas pengujian performa ke-n

n = jumlah aktivitas pengujian performa

(Pangestu et al., 2023)

3. Rumus Akurasi Sistem

Rumus pengujian akurasi sistem menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Akurasi sistem} = \frac{(\text{JSB} - \text{JTSH})}{\text{TSP}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

JSB = jumlah skenario berhasil

JTSH = jumlah tidak sesuai harapan

TSP = total skenario pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Akurasi Keypad

Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan tingkat akurasi keypad sebesar 100%, yang menandakan bahwa setiap tombol yang ditekan berhasil dibaca dan diproses oleh sistem dengan benar sehingga karakter yang ditampilkan sesuai dengan masukan pengguna.

Tabel 1. Pengujian Akurasi Keypad

Percobaan ke	Tombol	Percobaan	Status
1	1	5	Terbaca
2	2	5	Terbaca
3	3	5	Terbaca
4	4	5	Terbaca
5	5	5	Terbaca
6	6	5	Terbaca
7	7	5	Terbaca
8	8	5	Terbaca
9	9	5	Terbaca
10	0	5	Terbaca
11	A	5	Terbaca
12	B	5	Terbaca
13	C	5	Terbaca
14	D	5	Terbaca
15	*	5	Terbaca
16	#	5	Terbaca

B. Validasi Pin

Hasil pengujian Tabel 2 menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali dan memverifikasi PIN yang telah tersimpan sebelumnya secara akurat. Seluruh pengujian berhasil dilakukan tanpa kesalahan identifikasi, sehingga tingkat keberhasilan validasi mencapai 100%.



Tabel 2. Validasi Pin

Percobaan Ke-	Keyword	Input	Keterangan
1	080604	080604	Pin Benar!
2		087412	Pin Salah!
3		080604	Pin Benar!
4		123456	Pin Salah!
5		080604	Pin Benar!
6		698767	Pin Salah!
7		080604	Pin Benar!
8		325867	Pin Salah!
9		080604	Pin Benar!
10		712422	Pin Salah!
11		080604	Pin Benar!
12		984254	Pin Salah!
13		080604	Pin Benar!
14		561419	Pin Salah!
15		080604	Pin Benar!
16		169867	Pin Salah!
17		080604	Pin Benar!
18		745667	Pin Salah!
19		080604	Pin Benar!
20		365444	Pin Salah!
21		080604	Pin Benar!
22		852119	Pin Salah!
23		080604	Pin Benar!
24		486298	Pin Salah!
25		080604	Pin Benar!
26		784301	Pin Salah!
27		080604	Pin Benar!
28		813732	Pin Salah!
29		080604	Pin Benar!
30		971367	Pin Salah!

C. Pengujian Notifikasi Telegram

Hasil pengujian Tabel 3 menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi secara cepat. Namun, waktu penerimaan notifikasi dapat bervariasi bergantung pada kualitas dan stabilitas koneksi internet yang digunakan. Berdasarkan 30 kali percobaan, diperoleh rata-rata waktu aktivasi buzzer sebesar 1,56 detik pada kondisi pengguna memasukkan PIN benar dan yang salah sebanyak tiga kali. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respons peringatan dengan cepat sesuai dengan rancangan.

Tabel 3. Pengujian Notifikasi Telegram

Percobaan Ke-	Status	Pesan Masuk	Waktu Terima Pesan (detik)
1	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.672
2	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.604
3	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.621
4	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.438
5	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.573
6	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan	1.512



		akses tidak sah terdeteksi.	
7	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.590
8	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.436
9	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.432
10	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.535
11	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.459
12	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.569
13	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.490
14	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.593
15	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.832
	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.477
17	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.601
18	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.611
19	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.799
20	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.539
21	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.449
22	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.542
23	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.630
24	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.525
25	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.468
26	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.626
27	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.633
28	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.599
29	PIN Benar	Pintu berhasil dibuka.	1.501
30	PIN Salah 3x	PIN salah 3x berturut-turut! Percobaan akses tidak sah terdeteksi.	1.484

D. Pengujian Waktu Respon Pintu

Hasil pengujian Tabel 4 menunjukkan bahwa sistem mampu merespons proses verifikasi dengan baik sehingga mekanisme pembukaan pintu dapat diaktifkan secara cepat. Berdasarkan 30 kali percobaan, diperoleh rata-rata waktu respons pembukaan pintu sebesar 92,87 ms, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja respons yang cepat dalam mengendalikan akses pintu.



Tabel 4. Pengujian Waktu Respon Pintu

Percobaan Ke-	Status	Respon	Waktu Respon (ms)
1	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	91,2
2	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	95,8
3	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	88,4
4	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	97,1
5	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	92,5
6	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	89,9
7	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	94,7
8	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	90,3
9	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	98,6
10	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	93,1
11	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	87,8
12	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	96,2
13	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	91,7
14	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	89,4
15	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	94,9
16	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	92,8
17	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	88,9
18	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	97,5
19	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	90,8
20	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	93,6
21	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	89,7
22	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	95,4
23	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	91,5
24	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	98,1
25	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	87,5
26	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	94,2
27	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	92,3
28	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	90,1
29	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	96,8
30	Pin Benar	Solenoid Door Lock Terbuka	93,4

E. Pengujian Alarm

Hasil pengujian Tabel 5 menunjukkan bahwa buzzer mampu memberikan respons dengan cepat ketika sistem mendeteksi kondisi PIN salah sebanyak tiga kali. Berdasarkan

30 kali percobaan, diperoleh rata-rata waktu aktivasi buzzer sebesar 31,35 ms, yang menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan peringatan secara responsif sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan.

Tabel 5. Pengujian Alarm

Percobaan Ke-	Status	Respon	Waktu Respon (ms)
1	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,28
2	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
3	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,39
4	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,35
5	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,35
6	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,35
7	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33
8	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
9	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33
10	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,35
11	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,42
12	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
13	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,35
14	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
15	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33
16	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
17	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33
18	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
19	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
20	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33
21	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33
22	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33
23	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,29
24	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,42
25	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,29
26	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
27	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,39
28	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,36
29	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,29
30	PIN Salah 3x	Buzzer Berbunyi	31,33

F. Pengujian FSM

Hasil pengujian Tabel 6 implementasi Finite State Machine (FSM) menunjukkan bahwa seluruh state dan transisi berjalan sesuai dengan kondisi yang telah dirancang. Berdasarkan 30 kali percobaan, diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100%, yang menunjukkan bahwa implementasi FSM mampu mengendalikan alur kerja sistem secara tepat dan konsisten.

Tabel 6. Pengujian State FSM

No	State	Kondisi	Hasil
1	Iddle	Sistem standby	Berhasil
2	Input Pin	Pengguna memasukkan Pin	Berhasil
3	Verifikasi	Pin diperiksa	Berhasil
4	Akses Diterima	Pintu terbuka	Berhasil
5	Timer	Menghitung waktu buka	Berhasil
6	Auto Lock	Solenoid otomatis tertutup	Berhasil
7	Wrong Once	Pin salah namun belum 3x	Berhasil
8	Akses Ditolak	Pin salah 3x	Berhasil
9	Lockout	Blokir sementara	Berhasil
10	Change Pin	Mengubah Pin	Berhasil
11	Confirm Change Pin	Konfirmasi Pin baru	Berhasil



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem smart door lock berbasis ESP32 dengan metode Finite State Machine (FSM) berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan. Penerapan FSM mampu mengatur alur kerja sistem secara terstruktur melalui 11 state, sehingga proses autentikasi, pengendalian akses pintu, perubahan PIN, aktivasi alarm, dan pengiriman notifikasi Telegram dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem smart door lock berbasis ESP32 dengan metode Finite State Machine (FSM) mampu bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Sistem memiliki rata-rata waktu respons pembukaan pintu sebesar 92,87 ms, waktu aktivasi buzzer sebesar 31,35 ms, dan waktu pengiriman notifikasi Telegram sebesar 1,56 detik. Selain itu, pengujian sebanyak 30 kali menunjukkan tingkat keberhasilan sistem sebesar 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem bekerja secara cepat, andal, dan mampu mengendalikan alur kerja secara terstruktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Saini, Ajay. 2024. "Smart Home Automation: Enhancing Comfort, Convenience, and Energy Efficiency." doi:10.62919/dkht3278.
- Hardiyan Firmansyah, Rizky, and Chairul Mukmin. 2023. "Sistem Smart Lock Door Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32." *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science* 6(2): 879-84. doi:10.31539/intecomsv6i2.7661.
- Mira, Anwar. 2026. "Experimental Evaluation and Performance Analysis of a Dual-Factor IoT-Based Smart Door Security System." 5(2).
- Erivianto, D., & Dani, A. (2025). Implementasi finite state machine pada sistem kontrol robot lengan menggunakan Arduino Mega 2560 dan Python. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 4(4).
- Pangestu, N. P., Telkom, U., Tulloh, R., Telkom, U., Priyanto, W. B., Grapari, N. S., & Pendahuluan, I. (2023). *Perancangan Bot Telegram Sebagai Platform Laporan Gangguan Jaringan Telkomsel Di Wilayah Purwokerto Design of Telegram Bot as a Platform For Reporting Telkomsel Network Trouble at Purwokerto Region*. 9(3), 1110-1118.
- Putri, A. T., Salamah, I., & Rose, M. M. (2025). *Implementasi Sistem Keamanan Brankas Berbasis Face Recognition Menggunakan Algoritma YOLO dengan Verifikasi Fingerprint*. 7(2), 161-174.