

SISTEM PENGAMAN PINTU OTOMATIS DENGAN KOMBINASI RF DAN VERIFIKASI PIN BERBASIS MIKROKONTROLER

Sujono¹⁾, Mochammad Rizqi Albani²⁾

^{1,2}Prodi Teknik Informatika, Fak Teknologi Informasi, Universitas KH Abdul Wahab Hasbullah

Correspondence author: Sujono, sujono@unwaha.ac.id, Jombang, Indonesia

Abstract

Security for enclosed spaces or buildings is a crucial concern, as conventional manual locking systems, such as physical keys, are highly vulnerable to loss, unauthorized use, or duplication. To address this key issue, this study aims to design and implement an automatic door security system that combines Radio Frequency (RF) technology and Personal Identification Number (PIN) verification using a microcontroller. This study developed the system using a prototyping method, which enables iterative testing and refinement of the hardware and software to achieve an optimal, stable system. The resulting system is a prototype automatic door security system with an ESP32 microcontroller-based main controller that processes signals from a 433 MHz RF module and validates unique PIN inputs. The primary functional requirements include an RF transmitter, RF receiver, and servo motor to operate the lock. The resulting solution provides more reliable, secure access and minimizes the risk of unauthorized entry by requiring Two-Factor Authentication (an RF signal and a PIN). This system offers a practical, economical, and applicable security solution for homes, laboratories, and other confined spaces.

Keyword : door security, microcontroller, Two-Factor Authentication

Abstrak

Keamanan untuk ruang tertutup atau bangunan merupakan perhatian yang krusial, karena sistem penguncian manual konvensional, seperti kunci fisik, sangat rentan terhadap kehilangan, penggunaan tanpa izin, atau penggandaan. Untuk mengatasi masalah utama ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem keamanan pintu otomatis yang menggabungkan teknologi *Radio Frequency* (RF) dan verifikasi *Personal Identification Number* (PIN) menggunakan mikrokontroler. Penelitian ini mengembangkan sistem menggunakan metode *prototyping*, yang memungkinkan pengujian berulang dan penyempurnaan perangkat keras serta perangkat lunak hingga mencapai sistem yang optimal dan stabil. Hasil penelitian berupa purwarupa sistem pengaman pintu otomatis dengan pengendali utama berbasis mikrokontroler ESP32 untuk memproses sinyal dari modul RF 433 MHz dan memvalidasi input PIN yang unik. Kebutuhan fungsional utama mencakup RF *Transmitter*, RF *Receiver*, dan motor servo untuk mengoperasikan kunci. Hasil penelitian menjadi solusi akses yang lebih andal dan aman serta meminimalkan risiko masuknya pihak yang tidak berwenang dengan mewajibkan *Two-Factor Authentication* (sinyal RF dan PIN).

Sistem ini menawarkan solusi keamanan yang praktis, ekonomis, dan dapat diterapkan untuk rumah, laboratorium, dan area terbatas lainnya.

Kata Kunci : keamanan pintu, mikrokontroler, *Two-Factor Authentication*

A. PENDAHULUAN

Keamanan properti merupakan kebutuhan mendasar untuk melindungi privasi dan aset dari berbagai potensi akses yang tidak sah (Fitriansyah & Suryanto, 2021). Pada sistem penguncian manual konvensional, penggunaan kunci fisik dinilai sangat rentan terhadap risiko kehilangan, duplikasi ilegal, maupun pembobolan mekanis menggunakan kunci tiruan (Arifin et al., 2022). Tingginya tingkat kriminalitas dan keahlian pembobolan yang semakin berkembang menuntut adanya inovasi pengaman pintu yang tidak lagi bergantung pada sistem mekanik murni, melainkan beralih ke perangkat elektronik terinformasi. Hal ini dikarenakan kunci elektronik memiliki tingkat kesulitan pembobolan yang lebih tinggi, sebab selain diperlukan pengetahuan mengenai elektronik, pelaku kriminal juga harus memiliki pengetahuan di bidang pemrograman dan teknologi informasi (Manurung et al., 2023).

Hingga saat ini, banyak dikembangkan sistem pengamanan pintu yang mengandalkan teknologi identifikasi nirkabel seperti *Radio Frequency* (RF) atau RFID. Namun, sebagian besar sistem konvensional tersebut masih menerapkan metode autentikasi tunggal (*single authentication*), seperti kartu RF saja (Fauza & Muthalib, 2022; Mardiono et al., 2023). Sistem tunggal ini memiliki kelemahan kritis apabila kartu identitas tersebut hilang atau dicuri, sehingga dapat disalahgunakan oleh pihak lain untuk mendapatkan akses penuh. Dampak dari lemahnya sistem pengamanan satu faktor ini tidak hanya menyebabkan kerugian materiil, tetapi juga menimbulkan kekhawatiran psikologis bagi pengguna (Alfonsius et al., 2024). Meskipun beberapa penelitian

terdahulu telah mengombinasikan frekuensi radio dengan kode *Personal Identification Number* (PIN), kinerjanya sering kali masih terbatas pada platform mikrokontroler generasi lama seperti keluarga AVR ATmega128. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penanganan sistem pengamanan jamak pada area bangunan atau rumah kos sering kali terkendala masalah pengkabelan LAN yang rumit serta ketidakpraktisan penggunaan komputer desktop konvensional sebagai *web server* (Leander et al., 2024).

Sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan sistem *Two-Factor Authentication* (2FA) berbasis mikrokontroler ESP32 dengan konektivitas nirkabel (*wireless*) terintegrasi (Putri & Agung, 2025). Penggunaan chip seri ESP dipilih karena memiliki arsitektur dengan kecepatan pemrosesan data yang tinggi, memori yang lebih besar, serta efisiensi pengabelan melalui media nirkabel bawaan (*on-board wireless*) yang sangat ideal untuk menangani logika autentikasi hibrida berlapis (Nizam et al., 2022). Melalui pendekatan hibrida ini, proses autentikasi dirancang dalam dua tahapan: pertama menggunakan modul komunikasi transmiter RF sebagai pemicu akses nirkabel awal, kemudian dilanjutkan dengan kode PIN sebagai verifikasi lapis kedua. Dengan memadukan teknologi frekuensi radio dan verifikasi kode unik ini, tingkat keamanan sistem menjadi lebih kokoh karena mekanisme aktuator pengunci pintu hanya akan terbuka jika kedua syarat verifikasi terpenuhi secara valid dan berurutan (Hastuti et al., 2025).

B. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Prototyping*. Pemilihan metode ini didasarkan pada kebutuhan untuk mengembangkan sistem secara bertahap serta memungkinkan adanya evaluasi berkelanjutan terhadap kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak hingga mencapai hasil akhir yang optimal dan stabil (Nazuarsyah et al., 2023). Model *prototyping* terbukti sangat efektif digunakan ketika pengembang harus cepat dalam mempresentasikan fungsi-fungsi sistem kepada pengguna melalui iterasi desain (Pasmah et al., 2021).

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap Awal

Pada tahap awal, dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) guna menunjang keberhasilan sistem keamanan dua faktor. Pemahaman mendalam terhadap kebutuhan sistem dan pengguna menjadi fondasi utama dalam pembangunan instrumen ini agar seluruh fungsionalitas dapat berjalan tepat guna. Perangkat keras utama yang dianalisis meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali (*brain*), modul pengirim (*transmitter*) RF, modul penerima (*transmitter*) RF 433 MHz, *keypad* matriks, *buzzer*, dan motor servo sebagai aktuator pengunci (Nizam et al., 2022). Sedangkan kebutuhan perangkat lunak difokuskan pada penggunaan Arduino IDE untuk perancangan algoritma program kontroler (Lubis & Susilawati, 2024).

2. Perancangan Sistem (Design)

Perancangan sistem difokuskan pada integrasi logika antara sinyal frekuensi radio dan verifikasi kode PIN hibrida. Sistem dirancang untuk memproses data input berupa sinyal *Radio Frequency* (RF) dan nomor *Personal Identification Number* (PIN) melalui instruksi pemrograman di mikrokontroler guna menghasilkan output

berupa pembukaan kunci pintu. Alur kerja sistem secara teknis digambarkan melalui *flowchart* untuk memastikan tidak ada celah logika dalam proses autentikasi berlapis tersebut.

3. Pembangunan Prototipe (Construction)

Tahap ini meliputi perakitan komponen elektronik sesuai dengan skema rangkaian sirkuit yang telah dirancang. Implementasi dilakukan dengan menghubungkan pin-pin input dari penerima RF dan *keypad* ke pin digital kontroler, serta menghubungkan pin output ke motor servo dan *buzzer* yang bertindak sebagai indikator audio. Pada tahap konstruksi ini, pengabelan internal dirakit secara sistematis menggunakan papan sirkuit dan dilindungi isolasi untuk meminimalisir interferensi sinyal atau *noise* frekuensi pada pin I/O mikrokontroler selama operasional.

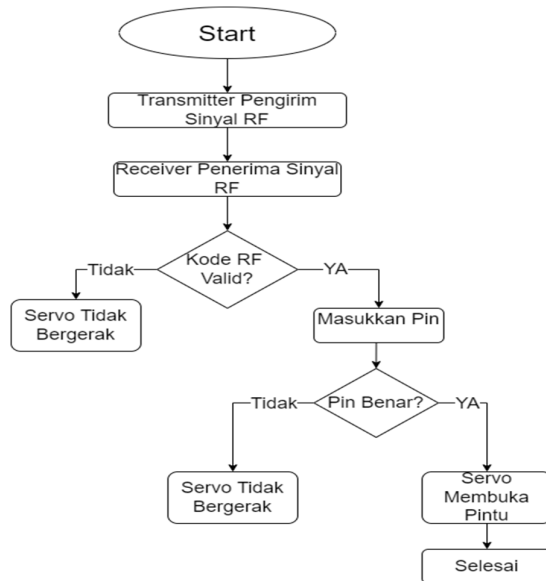
4. Pengujian dan Evaluasi (Testing)

Setelah fisik prototipe selesai dibangun, dilakukan pengujian menyeluruh untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai rencana dan bebas dari kesalahan logika. Parameter pengujian tersebut meliputi beberapa aspek berikut:

- a. Uji Jarak RF: Dilakukan dengan mengukur jarak operasional maksimum antara transmiter nirkabel dan antena penerima RF dalam kondisi tanpa halangan (*Line of Sight*). Pengujian ini bertujuan untuk memberikan kenyamanan bagi pengguna dalam mengaktifkan sistem dari jarak jauh.
- b. Uji Validasi PIN: Memastikan sistem memberikan respons yang tepat untuk menarik tuas aktuator servo hanya ketika kode PIN dimasukkan secara benar melalui *keypad* setelah sinyal RF terverifikasi awal oleh kontroler.
- c. Uji Integrasi dan Kegagalan: Memastikan pengunci pintu tetap aman jika salah satu faktor tidak terpenuhi, serta memastikan mikrokontroler mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm peringatan audio apabila mendeteksi adanya kegagalan input PIN secara berulang.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalannya sistem pengaman pintu otomatis yang akan dibangun digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada gambar 1.



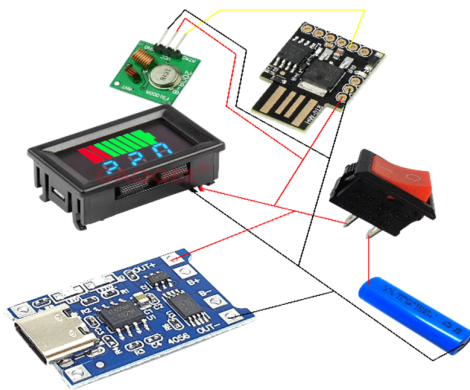
Gambar 1. *Flowchart*

Berdasarkan arsitektur logika pada Gambar 1, jalannya sistem dijabarkan melalui poin-poin interaksi berikut:

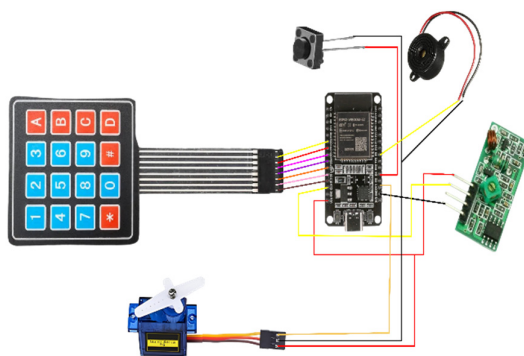
1. Inisialisasi dan Mode Siaga (*Start/Standby*): Sistem memulai operasi dengan melakukan inisialisasi seluruh modul perangkat keras yang terhubung pada pin I/O ESP32. Dalam kondisi awal ini, aktuator motor servo diposisikan pada sudut penguncian penuh sehingga pintu dalam kondisi terkunci aman.
2. Autentikasi Faktor Pertama (Deteksi Sinyal RF): Sistem secara kontinu melakukan pemindaian nirkabel untuk mendeteksi adanya sinyal masuk dari modul *transmitter* RF 433 MHz. Jika modul penerima (*transmitter*) tidak menangkap frekuensi yang sesuai, kontroler akan mempertahankan kondisi pintu tetap terkunci dan kembali ke mode siaga. Sebaliknya, jika sinyal nirkabel dari remote pengendali terdeteksi dan dinyatakan valid, sistem akan

mengaktifkan lampu indikator atau *buzzer* sebagai tanda bahwa faktor pertama berhasil dipenuhi.

3. Autentikasi Faktor Kedua (Input dan Validasi PIN): Setelah akses nirkabel RF berhasil dilewati, ESP32 akan membuka gerbang instruksi kedua dan menunggu pengguna memasukkan kode keamanan melalui perangkat *keypad* matriks. Sistem kemudian membandingkan kombinasi digit angka yang ditekan oleh pengguna dengan data kode PIN unik yang telah disimpan di dalam memori mikrokontroler (dalam penelitian ini menggunakan PIN: "2567").
4. Eksekusi Akses Sukses: Apabila nomor PIN yang dimasukkan oleh pengguna terbukti cocok dan benar, kontroler ESP32 akan mengirimkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) menuju motor servo untuk mengubah sudut mekanis tuas pengunci, sehingga pintu otomatis terbuka. Sistem akan mempertahankan kondisi pintu terbuka selama jeda waktu tertentu sebelum mengembalikan servo ke posisi mengunci semula.
5. Penanganan Kegagalan dan Sistem Alarm: Jika pengguna memasukkan kode PIN yang salah, mikrokontroler akan langsung memblokir instruksi pembukaan pintu dan mengaktifkan *buzzer* secara intermiten sebagai alarm peringatan audio terjadinya kesalahan akses. Sistem kemudian akan menghitung jumlah kegagalan input; jika batas toleransi kesalahan dilewati, sistem akan mengunci antarmuka *keypad* untuk sementara waktu guna meminimalisir upaya intrusi paksa (*brute force*) sebelum akhirnya kembali ke titik awal pemindaian sinyal RF.

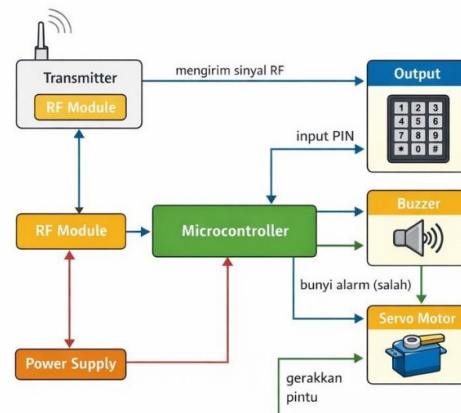


Gambar 2. Skematik *Transmitter*



Gambar 3. Skematik *Transmitter*

Sistem pengaman pintu ini dirancang menggunakan dua sirkuit terpisah, yaitu sirkuit pengirim (*transmitter*) dan penerima (*transmitter*). Skematik rangkaian *transmitter* pada Gambar 2 memperlihatkan modul pengirim RF 433 MHz yang ditenagai oleh sirkuit manajemen baterai lithium berbasis TP4056, lengkap dengan indikator kapasitas baterai dan sakelar daya. Sementara itu, skematik rangkaian *transmitter* pada Gambar 3 menunjukkan koneksi utama pada pusat kendali Esp, di mana pin input terhubung ke modul penerima RF 433 MHz dan keypad matriks 4x4, sedangkan pin output mengendalikan motor servo sebagai aktuator pengunci, *push button* sebagai interupsi manual, serta *buzzer* sebagai indikator alarm audio.



Gambar 4. Diagram blok

Berdasarkan Gambar 4 di atas, sistem ini bekerja dengan mengandalkan mikrokontroler sebagai pusat kendali (brain) untuk mengolah data dari dua sumber input utama:

1. *RF Module (Transmitter & Transmitter)*: Berfungsi sebagai pemicu awal nirkabel. Sinyal dikirimkan oleh *transmitter* dan diterima oleh *transmitter* untuk kemudian diteruskan ke mikrokontroler. Berdasarkan pengujian, komunikasi RF ini sangat efektif untuk akses jarak jauh (*Line of Sight*).
2. *Keypad (Input PIN)*: Berfungsi sebagai autentikasi lapis kedua. Mikrokontroler akan mencocokkan kode yang ditekan pada *keypad* dengan data yang tersimpan.

Sesuai dengan alur pada diagram blok, jika kedua input tersebut dinyatakan valid, mikrokontroler akan memberikan perintah kepada Servo Motor untuk menggerakkan mekanisme pengunci pintu secara presisi. Sebaliknya, jika input PIN tidak sesuai, mikrokontroler akan mengaktifkan *Buzzer* sebagai alarm peringatan audio. Keamanan dua faktor (*Two-Factor Authentication*) ini terbukti menurunkan risiko pembobolan dibandingkan metode tunggal. Penggunaan Arduino Nano sebagai pengendali utama dipilih karena efisiensi daya dan ukuran yang praktis untuk prototipe.

Pada tahap ini, dilakukan pengujian laboratorium secara menyeluruh terhadap

seluruh komponen keras dan lunak yang telah diintegrasikan pada prototipe. Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi performa, akurasi logika, dan keandalan sistem pengaman pintu otomatis yang menggunakan kombinasi *Radio Frequency* (RF) dan verifikasi *Personal Identification Number* (PIN) berbasis ESP32.

Data hasil skenario pengujian autentikasi hibrida tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Kondisi Pengujian	RF	PIN	Hasil
1	Valid	✓	✓	Servo membuka
2	Pin Salah	✓	✗	Servo tidak membuka
3	RF tidak valid	✗	-	Servo tidak membuka
4	Pin tidak dimasukkan	✓	-	Sistem menunggu pin

Berdasarkan data hasil pengujian fungsional pada Tabel 1, sistem pengaman hibrida ini menunjukkan tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 85% dalam merespons seluruh variasi input valid yang diberikan. Angka persentase keberhasilan ini diperoleh dari akumulasi pengujian berulang sebanyak 20 kali percobaan untuk setiap skenario kondisi.

Munculnya kegagalan sistem operasional sebesar 15% dikategorikan sebagai galat minor (*minor error*). Hambatan fungsional tersebut umumnya disebabkan oleh faktor eksternal lingkungan, seperti adanya intervensi *noise* gelombang elektromagnetik sekitar yang mengganggu stabilitas pita frekuensi modul *transmitter* 433 MHz, atau jarak fisik transmisi antara remote pengirim (*transmitter*) dan antena penerima yang melebihi batas operasional maksimum yaitu 10 meter (*Line of Sight*).

D. PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian laboratorium yang telah dilakukan terhadap sistem pengaman pintu, Sistem pengaman pintu hibrida berbasis hibrida *Two-Factor Authentication* (2FA) berhasil dibangun dan diintegrasikan dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama.

Logika pengamanan berlapis yang menggabungkan modul transmisi nirkabel *Radio Frequency* (RF) 433 MHz (faktor pertama) dan verifikasi kode *Personal Identification Number* (PIN) unik melalui *keypad* matriks (faktor kedua) terbukti mampu meningkatkan kekokohan proteksi ruang dibandingkan sistem autentikasi tunggal konvensional.

Hasil pengujian fungsional secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 85% dalam memproses input valid dan menggerakkan motor servo sebagai aktuator pengunci pintu. Adanya margin kegagalan minor sebesar 15% murni disebabkan oleh faktor intervensi eksternal berupa *noise* gelombang elektromagnetik sekitar serta jarak operasional remote yang melebihi batas optimum (*Line of Sight*) sebesar 10 meter.

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem pengaman pintu otomatis ini pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan metode enkripsi data (seperti algoritma *Rolling Code* atau AES) pada jalur komunikasi nirkabel transmitter RF 433 MHz untuk mengantisipasi risiko penyadapan sinyal frekuensi (*signal sniffing*) oleh pihak luar.

Memanfaatkan fitur konektivitas Wi-Fi terintegrasi (on-board *wireless*) yang dimiliki oleh chip ESP32 untuk menghubungkan perangkat dengan platform IoT (*Internet of Things*), sehingga pemilik bangunan dapat memonitor log riwayat akses pintu serta menerima notifikasi peringatan dini secara

real-time melalui aplikasi ponsel pintar (*smartphone*).

Mengembangkan sistem kendali daya cadangan menggunakan baterai manajemen sekunder yang lebih stabil guna memastikan perangkat pengaman tetap beroperasi secara optimal ketika terjadi pemutusan arus listrik utama.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Alfonsius, E., Ruitan, A. S., & Liuw, D. (2024). Pengembangan Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Metode Prototype Berbasis RFID dan Keypad 4x4 dengan Arduino Nano. *JIMA-ILKOM: Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer*, 3(2), 110–123. <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v3i2.33>
- Arifin, W., Fitriansyah, A., & Setiadi, D. (2022). Pembatasan Akses Secara Fisik Dengan Sistem Fingerprint Doorlock Menggunakan Microcontroller Arduino Uno R3. *JEIS: Jurnal Elektro Dan Informatika Swadharma*, 2(2), 81–88. <https://doi.org/10.56486/jeis.vol2no2.234>
- Fauza, M., & Muthalib, M. A. (2022). Sistem Pengamanan Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Radio Frequency Identification (RFID) Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Energi Elektrik*, 11(1), 30–37. <https://doi.org/10.29103/jee.v11i1.8185>
- Fitriansyah, A., & Suryanto, M. R. (2021). Teknologi Kontrol Lampu dan Kunci Rumah Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 7(1), 88–96. <https://doi.org/10.37012/jtik.v7i1.505>
- Hastuti, P. T., Fitriandra, B., Dewi, N. S. S., & Pramono. (2025). Dual Security System: Akses Pintu Berbasis Rfid Dan Kode Rahasia. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis (SENATIB)*, 1296–1301.
- <https://doi.org/10.47701/32w10f27>
- Leander, D. E., Ashidique, M. F., & Udoyono, K. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Jarak Jauh Pintu Pintar Rumah Indekos Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan Platform Blynk. *JTIK: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 17(2), 66–79. <https://doi.org/10.47561/a.v17i2.265>
- Lubis, R. T., & Susilawati. (2024). Sistem Kunci Pintu Berbasis PIN Menggunakan Arduino dan Keypad. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(3), 3830–3835. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.9820>
- Manurung, R. A. P., Erwansyah, K., & Azlan, A. (2023). Sistem Keamanan Gudang Penyimpanan Barang Handphone Berbasis RFID Dan Fingerprint. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 2(4), 215–220. <https://doi.org/10.53513/jursik.v2i4.6713>
- Mardiono, D. A., Nanra, S., & Rican, D. (2023). Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan RFID Dengan Mikrokontroler Atmega 328. *Jurnal Teknologi Riset Terapan*, 1(1), 11–18. <https://doi.org/10.35912/jatra.v1i1.1872>
- Nazuarsyah, N., Muzakir, U., Mukhroji, M., Ginting, R., & Munadi, R. (2023). Sistem Identifikasi Menggunakan Rfid Dan Sensor Infrared Berbasis Iot Terhadap Pengembangan Kampus Pintar. *Cyberspace: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 7(2), 109. <https://doi.org/10.22373/cj.v7i2.21632>
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler ESP 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Pasmah, R., Lubis, A. J., & Usman, A.

(2021). Prototipe Sistem Keamanan Ruang Menggunakan Finger Print dan Keypad Matrix dengan One Time Pad. *Explorer: Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(2), 53–62.
<https://doi.org/10.47065/explorer.v1i2.89>

Putri, W. G. R., & Agung, I. W. P. (2025). IoT Smart Door Lock System Menggunakan Double Sensor Berbasis Mikrokontroler ESP32. *Mnemonic : Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknik Informatika*, 8(1), 74–82.
<https://doi.org/10.36040/mnemonic.v8i1.12420>