



Rancang Bangun Smart Door Lock: Sistem Keamanan Pintu Berbasis IoT dengan Autentikasi Sidik Jari

Devanly Fau

Universitas Primakara

Jl. Tukad Badung No.135 80226 Denpasar Selatan Bali

Email: faudevanly@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan akan keamanan rumah mendorong pengembangan teknologi smart door lock yang lebih andal dan efisien. Penelitian ini merancang dan membangun sistem pengunci pintu otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan autentikasi biometrik sidik jari menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM. Sistem dilengkapi fitur pengambilan gambar otomatis saat terjadi tiga kali kegagalan autentikasi berturut-turut, di mana hasil gambar dikirimkan kepada pemilik melalui aplikasi Telegram sebagai notifikasi keamanan. Selain itu, sistem menggunakan baterai sebagai sumber daya cadangan agar tetap beroperasi saat terjadi pemadaman listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan eksperimental yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali sidik jari terdaftar dengan tingkat keberhasilan sebesar 98% dan waktu respon rata-rata 0,5–1 detik. Notifikasi berupa pesan dan gambar berhasil dikirimkan ke Telegram dalam waktu 2–4 detik. Sistem juga memungkinkan pengendalian pintu secara jarak jauh melalui perintah Telegram, yaitu /kunci_pintu_sistem, /buka_pintu_sistem, /daftarkan_sidik_jari_sistem, /hapus_sidik_jari_sistem, dan /hapus_semua_sidik_jari_sistem. Berdasarkan hasil penelitian, sistem smart door lock yang dikembangkan terbukti meningkatkan keamanan dan efektivitas akses pintu serta memberikan kemudahan monitoring dan kontrol jarak jauh. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi keamanan rumah yang praktis, efisien, dan mudah diterapkan.

Kata Kunci: Smart Door Lock, Internet of Things.

PENDAHULUAN

Keamanan rumah dan bangunan menjadi aspek penting dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan meningkatnya tingkat kejahatan, masyarakat semakin membutuhkan sistem keamanan yang lebih canggih dan dapat diandalkan. Kunci konvensional yang masih banyak digunakan memiliki beberapa kelemahan, seperti risiko kehilangan, duplikasi, atau pencurian. Oleh karena itu, diperlukan solusi keamanan yang lebih modern dan efisien untuk meningkatkan perlindungan terhadap akses bangunan. (Dewi & Fikri, 2023)

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong inovasi di berbagai bidang, termasuk dalam sistem keamanan. Salah satu inovasi yang berkembang

pesat adalah penerapan Internet of Things dalam sistem keamanan rumah pintar. IoT memungkinkan perangkat untuk saling berkomunikasi dan dikendalikan secara jarak jauh melalui jaringan internet. Penerapan IoT dalam sistem keamanan pintu dapat memberikan kemudahan bagi pemilik rumah untuk mengontrol akses masuk dan keluar dengan lebih aman dan efisien.(Society et al., 2025)

Selain IoT, teknologi biometrik telah menjadi tren dalam meningkatkan keamanan akses. Sidik jari merupakan salah satu metode autentikasi biometrik yang banyak digunakan karena memiliki keunikan dan sulit untuk dipalsukan. Sistem penguncian pintu berbasis sidik jari menawarkan tingkat keamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional seperti kunci fisik atau PIN, yang dapat dengan mudah diketahui atau dicuri oleh pihak yang tidak bertanggung jawab.(Bedari et al., 2022)

Sistem smart door lock berbasis IoT dengan autentikasi sidik jari memberikan berbagai keuntungan. Sistem ini dapat memberikan akses cepat dan aman bagi pengguna yang telah terdaftar, serta mampu mencatat riwayat akses yang dapat dipantau secara real-time. Selain itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan aplikasi seluler sehingga pemilik rumah dapat membuka atau mengunci pintu dari jarak jauh serta menerima notifikasi jika terjadi akses yang mencurigakan.(Ananta et al., 2024)

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas pengembangan sistem keamanan berbasis IoT dan biometrik. Namun, masih terdapat berbagai tantangan yang perlu diselesaikan, seperti peningkatan akurasi sensor sidik jari, efisiensi penggunaan daya, serta keamanan data pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem smart door lock yang lebih optimal dalam hal keamanan, keandalan, dan kemudahan penggunaan.(Mohamed Abdul Cader et al., 2023)

Penerapan sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif bagi rumah tangga dan fasilitas lain yang membutuhkan keamanan tinggi. Dengan adanya integrasi antara sensor sidik jari, IoT, dan aplikasi seluler, pemilik bangunan dapat merasa lebih aman karena sistem ini mampu mengurangi risiko akses ilegal dan meningkatkan pengawasan terhadap keamanan pintu.(Jari & Hotel, 2025)

Selain itu, penggunaan teknologi biometrik juga dapat mendukung tren smart home yang semakin berkembang. Dengan semakin banyaknya perangkat rumah tangga yang terhubung ke internet, sistem keamanan yang pintar menjadi bagian penting dari ekosistem smart home yang nyaman dan efisien.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan sistem keamanan rumah tangga yang tidak hanya pintar dalam autentikasi, tetapi juga responsif terhadap ancaman fisik seperti pendobrakan, serta mampu memberikan notifikasi dan dokumentasi real-time secara efisien, dengan adanya sistem smart door lock berbasis IoT dan autentikasi sidik jari ini. (Fauziman & Mukhaiyar, 2023)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan eksperimental yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem smart door lock berbasis Internet of Things (IoT). Metode R&D dipilih karena sesuai untuk menghasilkan suatu produk berupa prototipe sekaligus mengevaluasi kinerja dan keandalannya melalui pengujian langsung. Tahapan penelitian mengacu pada proses pengembangan sistem rekayasa yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi prototipe, pengujian sistem, serta evaluasi dan analisis hasil. Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem dari sisi perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk spesifikasi teknis serta fungsi yang diharapkan dari sistem smart door lock.

Tahap perancangan sistem mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang dirancang meliputi ESP32-CAM, sensor sidik jari, solenoid door lock, sensor getar, alarm, relay, LCD, sumber daya, serta komponen pendukung lainnya. Perangkat lunak dirancang melalui pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE serta pengembangan bot Telegram sebagai media notifikasi keamanan.

Implementasi dilakukan dengan membangun prototipe fisik smart door lock dan mengintegrasikan sistem autentikasi sidik jari dengan jaringan internet dan layanan Telegram. Setelah itu, dilakukan pengujian sistem untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai dengan rancangan. Pengujian mencakup keberhasilan autentikasi, respon sistem, dan kestabilan komunikasi data.

Evaluasi dan analisis dilakukan berdasarkan hasil pengujian untuk menilai keandalan dan efektivitas sistem, dengan parameter utama berupa tingkat keberhasilan autentikasi, waktu respon sistem, serta stabilitas koneksi internet.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi solenoid door lock, sensor sidik jari, ESP32-CAM, ESP32, display LCD, relay, sensor getar, alarm, adaptor

power supply 5V/2A, baterai, battery management system, DC step-down, serta kabel jumper.(Kurniawan et al., 2020; Rifal et al., 2024)

Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE sebagai lingkungan pemrograman mikrokontroler dan Telegram sebagai media pengiriman notifikasi keamanan.(Lazi et al., 2024)

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari observasi dan wawancara. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung penggunaan sistem penguncian konvensional dan sistem smart door lock pada lingkungan terbatas, seperti rumah atau ruangan tertentu, guna mengidentifikasi kelemahan sistem penguncian konvensional.

Wawancara dilakukan secara langsung kepada narasumber yang relevan, seperti pengguna rumah tangga dan petugas keamanan (satpam), untuk memperoleh informasi terkait kebutuhan, pengalaman, serta harapan pengguna terhadap sistem keamanan pintu berbasis teknologi modern.(Averina & Widagda, 2021)

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif, yaitu data non-parametrik yang diperoleh dari hasil wawancara semi-terstruktur dan observasi partisipatif terhadap responden yang relevan.

Sumber data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui observasi dan wawancara di lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai sumber tertulis seperti jurnal ilmiah, buku referensi, artikel penelitian, serta dokumentasi teknis yang berkaitan dengan sistem smart door lock dan teknologi IoT.

Penelitian ini dilaksanakan pada sebuah apartemen kecil yang berlokasi di wilayah Denpasar Barat, dengan waktu pelaksanaan penelitian dari Maret hingga September 2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hal pertama yang dilakukan oleh peneliti dalam merancang alat Smart Door Lock ini adalah menyusun dan membangun rangkaian dasar sistem menggunakan breadboard dan kabel jumper sebagai pengganti PCB. Pada tahap awal ini, peneliti melakukan perakitan awal seluruh komponen utama seperti ESP32, ESP32-CAM, sensor sidik jari, relay, solenoid door lock, sensor getar, LCD, serta modul catu daya, kemudian menghubungkannya sesuai kebutuhan fungsi masing-masing.

Perakitan awal ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen dapat terhubung dengan benar, mendapatkan suplai daya yang stabil, serta dapat berkomunikasi satu sama lain sebelum alat dirakit secara final. Dengan tidak menggunakan PCB, peneliti melakukan pengujian fungsi rangkaian secara langsung pada breadboard sehingga lebih mudah memperbaiki kesalahan wiring, mengganti komponen, atau melakukan penyesuaian konfigurasi pin.

Pengujian pertama dilakukan dengan memastikan bahwa ESP32 dan ESP32-CAM dapat tersambung ke jaringan WiFi. Setelah perangkat terhubung ke internet, sistem diuji untuk memastikan bahwa komunikasi dengan Telegram Bot berhasil. (Rahma & Lamada, 2024)

Pengujian Pendaftaran dan Penghapusan Sidik Jari via Telegram. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah melalui Telegram Bot untuk mendaftarkan sidik jari baru dan menghapus sidik jari yang tersimpan.

Hasil Pengujian:

- Perintah `/daftarkan_sidik_jari_sistem` berhasil memicu mode pendaftaran sidik jari di sensor fingerprint.
- Proses scanning sidik jari membutuhkan waktu rata-rata 3–5 detik sampai sidik jari tersimpan dalam database fingerprint.
- Perintah `/hapus_sidik_jari_sistem` dapat menghapus sidik jari tertentu atau `/hapus_semua_sidik_jari_sistem` dapat menghapus seluruh database sidik jari.

Semua proses dikonfirmasi kembali oleh sistem melalui pesan Telegram, sehingga mudah dipantau.

Pengujian ini dilakukan dengan menempelkan sidik jari yang telah terdaftar pada sensor untuk memastikan proses autentikasi bekerja dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian, sensor mampu mengenali sidik jari terdaftar dengan tingkat keberhasilan mencapai 98% dan waktu pembacaan yang sangat cepat, yaitu sekitar 0,5 hingga 1 detik. Apabila sidik jari yang ditempelkan tidak terdaftar, sistem secara otomatis menolak akses dan mengirimkan notifikasi kegagalan melalui Telegram. Selain itu, relay juga terbukti berfungsi dengan baik dalam mengendalikan solenoid door lock, di mana pintu dapat terbuka selama 3 detik sebelum kembali mengunci secara otomatis. (Bedari et al., 2022; Mohamed Abdul Cader et al., 2023; Royhan, 2021)

Pengujian selanjutnya adalah kontrol pintu melalui Telegram dilakukan dengan menggunakan perintah `/buka_pintu_sistem` untuk membuka kunci pintu dan

/kunci_pintu_sistem yang bertujuan mengunci pintu untuk memastikan sistem dapat merespon instruksi jarak jauh dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengeksekusi kedua perintah tersebut tanpa kendala. pengguna juga menerima balasan berupa pesan konfirmasi bahwa pintu telah berhasil dibuka atau ditutup, sehingga memberikan umpan balik yang jelas dan memastikan perintah telah dilaksanakan dengan benar.(Renwarin et al., 2023)

Pengujian pengiriman foto menggunakan ESP32-CAM dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu memberikan bukti visual ketika terjadi kondisi tertentu, seperti sidik jari yang tidak terdaftar atau adanya deteksi getaran pada pintu. Berdasarkan hasil pengujian, ESP32-CAM berhasil mengirimkan foto ke Telegram dengan ukuran file berkisar antara 20 hingga 40 KB. Proses pengiriman foto berlangsung cukup cepat, dengan waktu rata-rata 2 hingga 4 detik, tergantung pada kestabilan koneksi WiFi. Foto yang diterima melalui Telegram juga memiliki kualitas yang cukup jelas sehingga dapat digunakan untuk melihat kondisi di sekitar pintu dan membantu pengguna dalam memantau keamanan secara real-time.(Koroy et al., 2020; Yulita & Afriansyah, 2022)

Sensor getar juga digunakan sebagai sistem keamanan tambahan untuk mendeteksi adanya upaya membuka pintu secara paksa. Berdasarkan hasil pengujian, sensor ini mampu mendeteksi hentakan atau getaran yang terjadi pada pintu dengan cukup sensitif. Ketika getaran terdeteksi, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm sebagai tanda peringatan, sementara ESP32-CAM langsung mengambil foto kondisi sekitar pintu. Foto tersebut kemudian dikirim bersama peringatan ke Telegram sehingga pengguna dapat segera mengetahui adanya aktivitas mencurigakan dan dapat mengambil tindakan yang diperlukan.

pengujian selanjutnya adalah pada baterai untuk memastikan bahwa alat tetap dapat berfungsi dengan baik meskipun terjadi pemadaman listrik, melalui penggunaan sumber daya cadangan berupa baterai. Berdasarkan hasil pengujian, sistem terbukti mampu bekerja secara normal saat dialihkan ke baterai 18650 yang dikelola oleh modul BMS, tanpa gangguan pada fungsi utama. Step-down converter juga menghasilkan tegangan yang stabil sebesar 5V sehingga ESP32 dan ESP32-CAM dapat beroperasi dengan aman. Dari pengujian durasi penggunaan, baterai mampu menopang sistem berjalan selama rata-rata 2 hingga 3 jam, tergantung pada jumlah foto dan notifikasi yang dikirim ke Telegram selama penggunaan.

Push button pada sistem ini berfungsi sebagai tombol manual untuk membuka pintu dari bagian dalam. Berdasarkan pengujian, tombol ini bekerja dengan sangat responsif, di mana saat tombol ditekan, ESP32 langsung mengaktifkan relay untuk membuka solenoid door lock. Mekanisme ini menjadi fitur penting karena memberikan akses darurat atau akses cepat bagi pengguna di dalam ruangan tanpa memerlukan autentikasi sidik jari atau perintah dari Telegram. Sistem juga tetap mengunci kembali secara otomatis setelah beberapa detik, sehingga keamanan tetap terjaga meskipun pintu dibuka melalui tombol manual.

Implementasi menunjukkan penerapan sistem Smart Door Lock berbasis Internet of Things (IoT) yang dipasang langsung pada daun dan kusen pintu. Sistem ini dirancang untuk menggantikan mekanisme kunci konvensional dengan sistem penguncian otomatis yang lebih aman, efisien, dan terintegrasi secara digital.

Pada bagian luar pintu, terpasang sensor sidik jari yang berfungsi sebagai media autentikasi utama. Sensor ini ditempatkan pada posisi yang mudah dijangkau oleh pengguna sehingga proses akses dapat dilakukan dengan cepat dan praktis. Ketika pengguna menempelkan jari pada sensor, data sidik jari akan dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk dilakukan proses verifikasi dengan database sidik jari yang telah terdaftar.

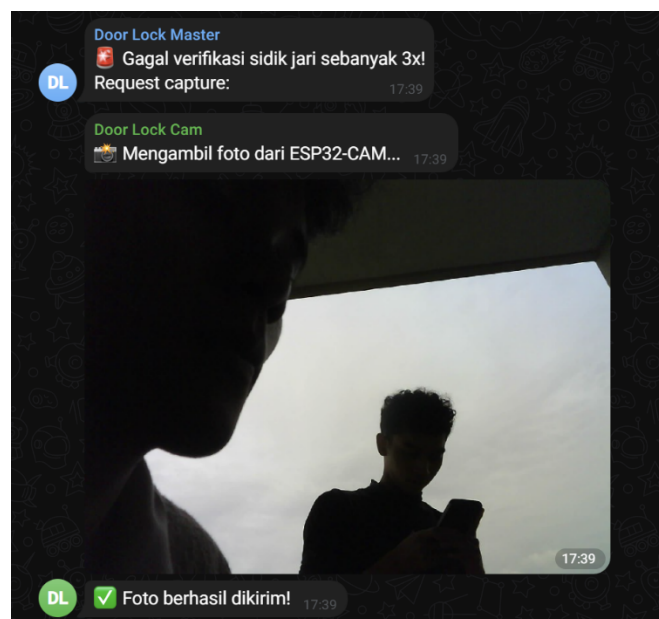
Masih pada sisi luar pintu, terdapat ESP32-CAM yang diposisikan menghadap area depan pintu. Modul ini berfungsi sebagai kamera pengawas yang akan aktif secara otomatis ketika terjadi kondisi tertentu, seperti percobaan akses sidik jari yang gagal sebanyak tiga kali berturut-turut atau ketika sensor getar mendeteksi adanya benturan atau upaya pembobolan. Gambar yang diambil oleh ESP32-CAM kemudian dikirimkan ke pemilik melalui aplikasi Telegram sebagai bentuk notifikasi keamanan real-time.

Pada bagian dalam pintu, dipasang solenoid door lock yang berperan sebagai aktuator pengunci mekanis. Solenoid ini dikendalikan oleh ESP32 melalui modul relay. Ketika autentikasi sidik jari berhasil atau perintah membuka pintu dikirim melalui Telegram, relay akan aktif dan mengalirkan arus ke solenoid sehingga pintu terbuka. Sebaliknya, jika akses ditolak, solenoid tetap berada pada kondisi terkunci untuk menjaga keamanan.

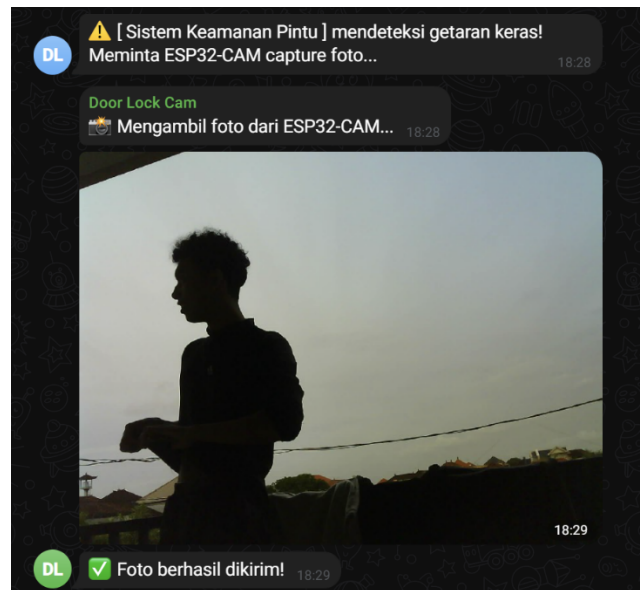
Selain itu, pada sisi dalam juga terdapat push button yang berfungsi sebagai tombol manual untuk membuka pintu dari dalam ruangan. Fitur ini disediakan sebagai akses cepat atau kondisi darurat tanpa perlu menggunakan sidik jari atau aplikasi Telegram, sehingga meningkatkan aspek keselamatan pengguna.

Tabel. 1. Hasil Pembahasan

Fitur yang di uji	Status	Keterangan
Koneksi WiFi	Berhasil	Stabil dan cepat
Telegram Bot	Berhasil	Perintah dan notifikasi lancer
Pendaftaran sidik jari	Berhasil	Via Telegram dan sensor sidik jari
Hapus sidik jari	Berhasil	Via Telegram
Buka/Tutup Via Telegram	Berhasil	Respon cepat
Autentikasi sidik jari	Berhasil	Akurat dan cepat
Kirim Foto ESP32-CAM	Berhasil	Foto jelas
Sensor getar + alarm	Berhasil	Sistem keamanan aktif
Backup power	Berhasil	Bekerja saat listrik padam



Gambar 1. Gagal verifikasi sebanyak 3 kali



Gambar 2. Mengambil gambar saat terjadi getaran



Gambar 3. Implementasi pada pintu

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem Smart Door Lock berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan autentikasi sidik jari dan modul ESP32-CAM, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Integrasi ESP32 sebagai mikrokontroler utama, ESP32-CAM sebagai modul kamera, sensor sidik jari sebagai autentikasi biometrik, relay sebagai pengendali solenoid door lock, serta modul step-down dan Battery Management System (BMS) sebagai pengatur pasokan daya menghasilkan sistem pengamanan pintu yang modern, responsif, dan andal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem autentikasi sidik jari mampu bekerja secara optimal dengan waktu respon yang cepat, sehingga hanya pengguna terdaftar

yang dapat mengakses pintu. Hal ini memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem penguncian konvensional. Selain itu, integrasi sistem dengan aplikasi Telegram berjalan dengan baik dan memungkinkan pengguna untuk memantau aktivitas pintu, mengontrol akses secara jarak jauh, mengelola data sidik jari, serta menerima notifikasi real-time berupa pesan dan foto ketika terdeteksi percobaan akses yang mencurigakan.

Sistem yang dikembangkan juga menunjukkan efektivitas yang lebih baik dibandingkan metode penguncian konvensional melalui penerapan fitur keamanan tambahan, seperti pengambilan foto otomatis setelah tiga kali kegagalan autentikasi, deteksi getaran pada pintu, alarm peringatan, serta notifikasi langsung ke Telegram. Fitur-fitur tersebut menjadikan sistem lebih sulit untuk diduplikasi dan mampu memberikan peringatan dini terhadap potensi ancaman keamanan.

Dari sisi keandalan daya, sistem tetap dapat beroperasi saat terjadi pemadaman listrik berkat penggunaan baterai 18650 yang dilengkapi dengan modul BMS dan step-down converter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bertahan selama 2–3 jam, bergantung pada beban penggunaan, khususnya aktivitas kamera dan pengiriman notifikasi.

Dengan demikian, penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah sistem pengunci pintu pintar yang aman, efisien, dan dapat dipantau serta dikendalikan secara real-time melalui teknologi Internet of Things, sehingga berpotensi untuk diterapkan sebagai solusi keamanan pintu pada lingkungan rumah maupun ruangan terbatas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, K., Permana, K., & Piarsa, I. N. (2024). *IoT-Based Smart Door Lock System with Fingerprint and Keypad Access*. 6(3), 2086–2098. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v6i3.844>
- Averina, R. Y., & Widagda, I. G. N. J. A. (2021). Jenis-Jenis Data Dalam Ilmu Pendidikan Pendekatan Kualitatif Dan Kuantitatif. *Tjyybjb.Ac.Cn*, 27(2), 635–637.
- Bedari, A., Wang, S., & Yang, W. (2022). A Secure Online Fingerprint Authentication System for Industrial IoT Devices over 5G Networks. *Sensors*, 22(19), 1–16. <https://doi.org/10.3390/s22197609>
- Dewi, I. P., & Fikri, R. (2023). Optimalisasi Keamanan Rumah dengan Implementasi Sistem Notifikasi Gerbang Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(4), 816–829. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i4.4004>
- Fauziman, H., & Mukhaiyar, R. (2023). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Fingerprint Berbasis Internet Of Things (IoT). *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2). <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.438>

- Jari, S., & Hotel, K. K. (2025). *Vol. 16, No. 1, Januari 2025 Sistem Cerdas Pengendali Pada Kamar Hotel Menggunakan Sidik Jari Berbasis Internet Of Things*. 16(1), 198–205.
- Koroy, A. M. S. ., Mandar, G., & Muhammad, A. H. (2020). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Menggunakan Esp32-Cam. *Jurnal Teknik Informatika (J-Tifa)*, 3(2), 32–36. <https://doi.org/10.52046/j-tifa.v3i2.1038>
- Kurniawan, S., Halim, D. K., Dicky, H., & Tang, C. M. (2020). *Multicore development environment for embedded processor in arduino IDE*. 18(2), 870–878. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v18i2.14873>
- Lazi, R., Antony, F., & Setiawan, C. (2024). Implementasi Sistem Alarm Berbasis Internet Of Things (Iot) Terhadap Keamanan Lembaga Keuangan Non Bank. *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 2(1), 39–49. <https://doi.org/10.36982/jinig.v2i1.4439>
- Mohamed Abdul Cader, A. J., Banks, J., & Chandran, V. (2023). Fingerprint Systems: Sensors, Image Acquisition, Interoperability and Challenges. *Sensors*, 23(14), 1–28. <https://doi.org/10.3390/s23146591>
- Rahma, N., & Lamada, M. S. (2024). Pengembangan Sistem Kunci Pintu Berbasis Fingerprint Terintegrasi Dengan Sistem Kamera Keamanan. *Pinisi Journal F Science & Technology*, 1(1), 1–8.
- Renwarin, A., Susilo, S., & Widodo, B. (2023). Smart Door Lock Menggunakan Identifikasi Wajah dan Bot Telegram Sebagai Kendali Jarak Jauh Berbasis IoT. *Lektrokom : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.33541/lektrokom.v6i2.5259>
- Rifal, K. Z., Kusmantoro, A., & Harjanto, I. (2024). Studi Analisa Penggunaan Baterai Li-Ion Dan Li-Po Pada Sistem Iot Hidroponik. *JETI (Jurnal Elektro Dan Teknologi Informasi)*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.26877/jeti.v1i1.580>
- Royhan, M. (2021). Fingerprint Untuk mengunci Pintu Terintegrasi Dengan Arduino. *Jurnal Teknik Informatika Unis*, 9(1), 2252–5351. https://ejournal.akademitelkom.ac.id/j_ict/index.php/j_ict/article/view/20/16
- Society, D. I. E. R. A., Lutviansyah, A., Pratama, K. A., Raafi, S. H., Putri, A., & Panyol, S. (2025). *Edukasi Infrastruktur Internet Of Things (Iot) Untuk Meningkatkan Keamanan Rumah Dan Lingkungan Education On Internet Of Things (Iot) Infrastructure To Improve Home And Environment Security In The Society 5 . 0 Era*. 4(1), 8–14.
- Yulita, W., & Afriansyah, A. (2022). Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 3(2), 2–10. <https://doi.org/10.33365/jtst.v3i2.2197>