



**RANCANG BANGUN SMART KEYLESS LOCKER
MENGUNAKAN TEKNOLOGI FACE RECOGNITION
BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA LOKER KUNCI
KELAS JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana



Disusun oleh :

ARIZKI RAHMAN

200111301035

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2025

**RANCANG BANGUN SMART KEYLESS LOCKER
MENGUNAKAN TEKNOLOGI FACE RECOGNITION
BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA LOKER KUNCI
KELAS JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY**

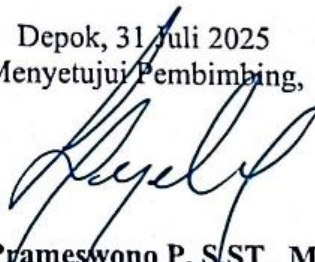
Disusun Oleh :

Nama : Arizki Rahman

Nim : 200111301035

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2025**

Depok, 31 Juli 2025
Menyetujui Pembimbing,



Legenda Prameswono P, S.ST., M.Sc.Eng.
NIDN. 0302109203

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 31 Juli 2025

Mahasiswa,



Arizki Rahman

NIM. 200111301035

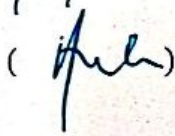
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Arizki Rahman
NIM : 200111301035
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Smart Keyless Locker
Menggunakan Teknologi Face Recognition
Berdasarkan Internet of Things pada loker Kunci
Kelas Jakarta Global University

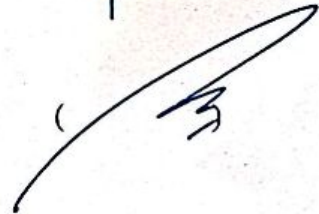
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Legenda Prameswono P, S.ST., M.Sc.Eng. ()

Pembimbing 2 : Dr. Hamzah, S.T., M.T. ()

Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi D, S.ST., M.Sc.Eng ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 31 Juli 2025

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Arizki Rahman
NIM : 200111301035
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Smart Keyless Locker
Menggunakan Teknologi Face Recognition
Berdasarkan Internet of things pada loker Kunci Kelas
Jakarta Global University

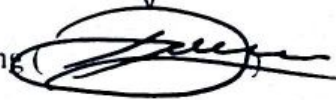
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Arisa Olivia Putri, S.S.T., MIT



Penguji 2 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc. Eng



Penguji 3 : Sinka Wilyanti, ST., MT



Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 31 Juli 2025

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc. Eng selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Dr. Hamzah, S.T., M.T. dosen pembimbing kedua yang telah memberikan banyak arahan dan motivasi, serta telah membantu penulisan dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. telah memberikan saya kesempatan untuk memperoleh lebih banyak pengalaman dalam dunia industri.
- (4) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
- (5) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 31 Juli 2025

Penulis,



Ariski Rahman

NIM. 200111301035

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai aktivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arizki Rahman
NPM : 200111301035
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun Smart Keyless Locker Menggunakan Teknologi Face Recognition Berbasis Internet of Things pada Loker Kunci Kelas Jakarta Global University

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 31 Juli 2025


Arizki Rahman

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun *Smart Keyless Locker* yang memanfaatkan teknologi *Face Recognition* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi penggunaan loker di lingkungan kelas Jakarta Global University. Sistem yang dikembangkan terdiri dari modul kamera untuk pengenalan wajah, mikrokontroler sebagai pusat kendali, *solenoid lock* sebagai mekanisme pengunci, dan platform IoT untuk pengelolaan data secara real-time. Metode penelitian meliputi tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian performa pada beberapa skenario penggunaan. Algoritma *Face Recognition* diimplementasikan menggunakan pustaka *OpenCV* dengan model *Haar Cascade Classifier*, sementara komunikasi data antarperangkat dilakukan melalui koneksi serial USB. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan tingkat akurasi 89,39% dan waktu respons rata-rata 4,75 detik dari proses deteksi hingga pembukaan kunci. Implementasi sistem ini memberikan kemudahan akses tanpa kunci fisik, meminimalisasi risiko kehilangan atau duplikasi kunci, serta memungkinkan pemantauan jarak jauh oleh administrator. Berdasarkan hasil tersebut, *Smart Keyless Locker* berbasis *Face Recognition* dan IoT ini layak digunakan sebagai solusi pengelolaan loker yang aman, efisien, dan modern di lingkungan kampus.

Kata Kunci: *Face Recognition, Internet of Things, Smart Locker, OpenCV, Serial USB.*

ABSTRACT

This research aims to design and develop a Smart Keyless Locker using Face Recognition technology based on the Internet of Things (IoT) to enhance security and efficiency in locker usage within classroom environments at Jakarta Global University. The developed system consists of a camera module for facial recognition, a microcontroller as the control unit, a solenoid lock as the locking mechanism, and an IoT platform for real-time data management. The research method includes hardware and software scenarios design, system integration, and performance testing under several usage. The Face Recognition algorithm was implemented using the OpenCV library with the Haar Cascade Classifier model, while data communication between devices was conducted via a serial USB connection. Testing results indicate that the system can recognize faces with an accuracy rate of 89.39% and an average response time of 4.75 seconds from detection to unlocking. This implementation offers keyless access convenience, reduces the risk of key loss or duplication, and enables remote monitoring by administrators. Based on the results, the IoT-based Smart Keyless Locker with Face Recognition is deemed suitable as a secure, efficient, and modern locker management solution in campus environments.

Keywords: *Face Recognition, Internet of Things, Smart Locker, OpenCV, Serial USB.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	v
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	vii
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.2 <i>Smart Keyless Locker</i>	5
2.3 <i>Internet of Things (IoT)</i>	5
2.4 Face Recognition (FR)	7
2.5 Raspberry Pi	11
2.6 <i>Relay</i>	14
2.7 <i>Solenoid Door lock</i>	15
2.8 Whatsapp	16
2.9 Tinjauan Penelitian Yang Berkaitan	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Tahap Pendefinisian.....	21
3.2 Tahap Perancangan	22
3.3 Perangkat Keras (Hardware)	23
3.4 Perangkat Lunak (Software).....	24

3.5	Desain Perangkat.....	25
3.6	Flowchart Cara Kerja Sistem.....	26
3.8	Tahap Penyebaran atau Implementasi	28
3.9	Lokasi & Obyek Penelitian.....	28
3.10	Skenario Pengujian	28
3.11	Analisis Data	29
BAB IV_HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Sistem Keamanan	30
4.1.1	Perancangan Hardware	30
4.1.2	Perancangan Software	32
4.2	Efisiensi Penerapan Teknologi Face Recognition dalam Akses Loker Kunci Kelas.....	36
4.2.1	Kecepatan Verifikasi Wajah.....	37
4.2.2	Tingkat Keberhasilan Pengenalan.....	37
4.2.3	Kemudahan Penggunaan	41
4.2.4	Stabilitas Sistem.....	43
4.2.5	Perbandingan dengan Sistem Konvensional.....	43
4.3	Tingkat Keandalan Sistem Face Recognition.....	44
4.3.1	Pegujian Tingkat Keandala Sistem	44
4.3.2	Pengujian Secara Umum.....	48
BAB V_PENUTUP.....		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		54
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....		61
Lampiran 1. Kode Program.....		61
Lampiran 2. Foto Dokumentasi		69
Lampiran 3. Lembar Konsultasi Skripsi		72
Lampiran 4. Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi.....		74

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama satu abad terakhir, dunia telah menyaksikan kemajuan pesat dalam bidang teknologi (Maricha, 2023). Namun, di tengah lonjakan inovasi tersebut, sistem pengamanan loker cenderung mengalami stagnasi dan belum banyak mengalami transformasi berarti. Padahal, kebutuhan akan sistem keamanan yang lebih efisien, cerdas, dan terintegrasi semakin mendesak, terutama di era digital saat ini. Teknologi *Internet of Things* (IoT) hadir sebagai solusi modern yang menawarkan kemudahan dan konektivitas tinggi. Dengan kemampuan menghubungkan berbagai perangkat ke jaringan internet, IoT memungkinkan pengawasan dan pengendalian sistem secara real-time dari jarak jauh. Hal ini membuka peluang besar untuk menghadirkan sistem pengamanan loker yang revolusioner, cerdas, dan sesuai dengan kebutuhan zaman (Hadinata, 2024).

Melonjaknya insiden pencurian dalam beberapa periode akhir mendorong perkembangan signifikan dalam teknologi keamanan IoT, seperti sistem pengamanan brankas dan rumah. Insiden pembongkaran brankas kantor PT POS yang diberitakan (Ismail, 2025) merefleksikan kebutuhan akan sistem keamanan yang lebih canggih dan aman. Seiring dengan perkembangan teknologi, pengenalan wajah (*face recognition*) kian populer sebagai metode verifikasi keamanan. Teknologi biometrik ini mampu mengidentifikasi atau memverifikasi individu berdasarkan ciri khas wajah, baik dalam gambar, video, maupun secara langsung. Meski banyak digunakan dalam sistem penandaan dan pelacakan, integrasi teknologi *face recognition* dalam sistem keamanan loker masih jarang ditemukan (Sadali et al., 2025). Kerentanan keamanan yang timbul akibat kesalahan pemasangan, otentikasi, dan penerapan protokol (seperti tidak adanya enkripsi yang mumpuni) pada perangkat IoT dapat mengakibatkan pencurian data pribadi, aktivasi kunci pintar secara ilegal, gangguan komunikasi, dan konsumsi daya yang berlebihan pada perangkat tersebut (Wiryawan, 2024).

Oleh karena itu sistem penguncian loker berbasis *Face Recognition* merupakan ide yang baik artinya dengan menerapkan teknologi ini bisa memberi keamanan

tinggi dan terdata. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Rozy & Fahrudi, 2022) berjudul "*Sistem Pengamanan Loker Menggunakan Smart Card PN532 RFID/NFC*", para peneliti merancang dan mengimplementasikan sistem pengamanan loker berbasis RFID. Sistem ini memanfaatkan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) sebagai alat autentikasi untuk meminjam loker, relai sebagai mekanisme pengontrol solenoid, serta LCD untuk memberikan informasi ketersediaan loker. Penelitian lanjutan yang dilakukan oleh (Taqwa et al., 2019) dengan judul "*Rancangan Sistem Keamanan Kunci Loker Mahasiswa Universitas Teknologi Negeri Sriwijaya Menggunakan Sidik Jari dan Password Berbasis Arduino Mega 2560 dan Sim 900a*" telah mengidentifikasi dua sistem keamanan loker yang mengintegrasikan pemeriksaan sidik jari dan kata sandi. Ketika sidik jari dan kata sandi yang diinputkan sesuai dengan data yang tersimpan dalam program, mekanisme buka kunci loker akan diaktifkan akan mengirimkan pesan notifikasi melalui SMS kepada pengguna. Penelitian lanjutan yang dilakukan oleh (Nugraha et al., 2024) dengan judul "Rancang Bangun Smart Keyless Locker Dengan BLE Tag dan ESP32 Pada Loker Kunci Ruangan Lab di Laboratorium Jakarta Global University" Dalam rancangan ini, mikrokontroler ESP32 akan digunakan sebagai pemindai (*scanner*) perangkat Bluetooth Low Energy (BLE). ESP32 akan secara otomatis mendeteksi dan menghubungkan BLE Tag yang telah terdaftar saat berada dalam radius maksimal 5 meter. Ketika tombol pada BLE Tag ditekan oleh pengguna yang sah, sistem akan memberikan sinyal untuk membuka kunci loker secara otomatis.

Meskipun teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) telah banyak diimplementasikan sistem pengawasan, penerapannya dalam sistem keamanan loker masih jarang di jumpai dan masih banyak menggunakan cara konvensional kunci fisik (Ananda et al., 2023). Rancangan ini menghadirkan solusi inovatif dengan memanfaatkan *Raspberry Pi* sebagai unit pengenalan wajah, yang terhubung dengan basis data pengguna yang terpercaya. Sistem ini memungkinkan proses autentikasi dan pembukaan loker secara otomatis. Penerapan teknologi pengenalan wajah sebagai sistem keamanan loker merupakan pendekatan alternatif yang modern dan efisien, Seiring dengan berkembangnya kebutuhan akan sistem yang cerdas dan adaptif di era digital saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem keamanan pada kunci kelas dengan menggunakan *Face Recognition* berdasarkan algoritma LBP (*Local Binary Pattern*)?
2. Bagaimana tingkat keberhasilan penerapan teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) dalam akses loker kunci kelas?
3. Bagaimana tingkat keandalan sistem keamanan yang dirancang dari sisi *Face Recognition*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang sebuah sistem yang dapat meningkatkan keamanan pada box penyimpanan kunci ruang kelas dengan menggunakan *Face Recognition*?
2. Mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk mendapatkan akses loker menggunakan *Face Recognition*?
3. Mengetahui seberapa handal sistem keamanan yang dirancang dari sisi penggunaan *Face Recognition*?

1.4 Manfaat Penelitian

1. Merancang sistem keamanan untuk lokasi umum seperti fasilitas penyimpanan helm, loker penyimpanan mahasiswa dalam kampus, dan perpustakaan.
2. Memberikan inovasi baru terkait dengan sistem penguncian loker.
3. Meningkatkan efisiensi pengamanan loker pada tempat umum.

1.5 Batasan Masalah

Dalam menyusun skripsi ini, harus sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, anggaran, dan waktu yang dimiliki agar tujuan dari penelitian bisa tercapai tanpa melampaui batasan. Oleh karena itu penulis membatasi ruang lingkup penelitian yang diharapkan hasilnya akan sesuai dengan apa yang menjadi tujuan awal. Adapun batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya menggunakan teknologi pengenalan wajah sebagai metode

autentikasi utama, tanpa melibatkan metode biometrik lainnya seperti sidik jari atau retina.

2. Raspberry Pi hanya difungsikan untuk proses pengenalan wajah, pengiriman notifikasi melalui WhatsApp, dan komunikasi data ke Arduino Mega 2560, tanpa fungsi pengolahan data lanjutan seperti machine learning kompleks.
3. Arduino Mega 2560 hanya digunakan untuk mengeksekusi perintah buka/tutup kunci loker berdasarkan sinyal dari Raspberry Pi, tanpa proses pengambilan keputusan atau validasi identitas.
4. Sistem ini hanya dapat melakukan verifikasi wajah terhadap satu orang untuk membuka satu kunci loker, belum dirancang untuk menangani kasus wajah kembar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, F. E., Haurameuthia, S., Widhiantoro, D., & Tejasumirat, M. I. (2023). Perancangan Smart Locker dengan Implementasi Sistem IoT dan Aplikasi Mobile Android. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 17(1), 92–99. <https://doi.org/10.23960/elc.v17n1.2421>
- Anggy Giri Prawiyogi, & Aang Solahudin Anwar. (2023). Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi : Sistematis Literatur Review. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187–197. <https://doi.org/10.34306/mentari.v1i2.254>
- Anwar, N., Tjahjono, B., & Tarigan, M. (2020). Review Optimasi Energi Pada Protokol Internet of Things (Studi Awal Perancangan Sistem Tracking Kendaraan Berbasis Internet of Things). *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, 8(1). <https://doi.org/10.51530/jutekin.v8i1.463>
- Diatma, D. N., Sumardiono, A., & Alimudin, E. (2022). Sistem Keamanan Loker Arsip Menggunakan Metode Face Recognition. *Prosiding Seminar Nasional Wijayakusuma National Conference*, 3(1), 116–123.
- DigiWare. (2020). *Raspberry Pi 4 Model B*.
- Fauzi, M., & Yoke, A. (2019). *Perancangan Door Lock Face Recognition Menggunakan Metoda Eigenfaces Menggunakan Opencv2.4.9 dan Telegram Messenger Berbasis Raspberry Pi*. 10(1), 1–8.
- Fauziah, Prayitno, R. H., Yakti, B. K., & Kurniawan, A. B. (2022). Prototipe Sistem Pemadam Api Menggunakan Raspberry Pi Dengan Notifikasi Whatsapp. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 27(3), 258–268. <https://doi.org/10.35760/ik.2022.v27i3.7761>
- Green-API. (2025). *Kami menganalisis lima alasan utama pengiriman pesan yang lambat*.
- Hadinata, F. (2024). *Internet of Things (IoT): menghubungkan Dunia dengan Teknologi*. <https://bit.telkomuniversity.ac.id/internet-of-things-iot>

menghubungkan-dunia-dengan-teknologi/

- Hidayati, N., Cahyani, D. D., & Anto, N. B. (2023). *Smart Locker Menggunakan Fingerprint dan Face Recognition sebagai Sistem Keamanan Loker Penyimpanan*. 4(2), 68–76.
- Hidayatullah, A., & Putra, Y. A. (2022). Perancangan Sistem Keamanan Perumahan Menggunakan Face Recognition Berbasis Android. *Arcitech: Journal of Computer Science and Artificial Intelligence*, 2(2), 87. <https://doi.org/10.29240/arcitech.v2i2.5833>
- Ichibot. (2021a). *Relay 5V 10A SPDT Tipe SRD-05VDC-SL-C 5pin 5 kaki*.
- Ichibot. (2021b). *Solenoid Door Lock Kunci Pintu Elektrik 12 VDC 12V Otomatis Solenoid*.
- Ismail, B. (2025). *Pegawai PT POS Pekanbaru Otaki Pembobolan Brankas Kantor, Uang Setengah Miliar Raib*. <https://www.iniriau.com/detail/47382/pegawai-pt-pos-pekanbaru-otaki-pembobolan-brankas-kantor-uang-setengah-miliar--raib>
- Juliansyah, A., Ramlah, R., & Nadiani, D. (2021). Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry Pi. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 2(4), 199–205. <https://doi.org/10.35746/jtim.v2i4.113>
- Maricha, E. (2023). *Perkembangan Internet of Things (IoT) dalam Dunia Informatika*. <https://janabadra.ac.id/2023/perkembangan-internet-of-things-iot-dalam-dunia-informatika/>
- Muqdamien, B., Umayah, U., Juhri, J., & Raraswaty, D. P. (2021). Tahap Definisi Dalam Four-D Model Pada Penelitian Research & Development (R&D) Alat Peraga Edukasi Ular Tangga Untuk Meningkatkan Pengetahuan Sains Dan Matematika Anak Usia 5-6 Tahun. *Intersections*, 6(1), 23–33. <https://doi.org/10.47200/intersections.v6i1.589>
- Nova, R. F. (2023). *Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH)*.

- Nugraha, K. S., Putri, A. O., & Pratama, L. P. (2024). Rancang Bangun Smart Keyless Locker Dengan BLE Tag Dan ESP32 Pada Loker Kunci Ruangan Lab Di Laboratorium Jakarta Global University. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365>
- Nuraeni, N., Anggraini, I., Humairah B, N. I., Ramadhani, I. P., Hadis, M. S., Muliadi, M., & Nurzaenab, N. (2021). Sistem Akses Pintu Berbasis Face Recognition Menggunakan ESP32 Module dan Aplikasi Telegram. *Jurnal MediaTIK*, 4(3), 115. <https://doi.org/10.26858/jmtik.v4i3.23700>
- Okpatrioka Okpatrioka. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100. <https://doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>
- Pita. (2025). *Smart Locker Teknologi Inovatif Untuk Keamanan Dan Efisiensi Penyimpanan Modern*. <https://ofis.bluepowertechnology.com/smart-locker-teknologi-inovatif-untuk-keamanan-dan-efisiensi-penyimpanan-modern/>
- Prabowo, O. M. (2019). Pembatasan Definisi Things Dalam Konteks Internet of Things Berdasarkan Keterkaitan Embedded System dan Internet Protocol. *Journal of Information Technology*, 1(2), 43–46. <https://doi.org/10.47292/joint.v1i2.8>
- Prasetyo, A., & Rahmat, R. (2022). REKAYASA SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR BERBASIS IoT MENGGUNAKAN RASPBERRY PI. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 15(1), 29–35. <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v15i1.4035>
- Roihan, A., Rahayu, N., & Aji, D. S. (2020). Perancangan Sistem Kehadiran Face Recognition Menggunakan Mikrokomputer Berbasis Internet of Things. *Technomedia Journal*, 5(2 Februari), 155–166. <https://doi.org/10.33050/tmj.v5i2.1373>
- Royhan, M. (2020). Perancangan Peringatan dan Monitoring di Boiler Generator PLTU Terintegrasi Dengan Whatsapp , Berbasis Arduino dan Raspberry. *Jurnal Teknik Informatika Unis*, 8(1), 79–89.

- Rozy, F., & Fahrudi, I. (2022). Sistem Pengaman Loker Menggunakan Smart Card PN532 RFID/NFC. *Jurnal Integrasi*, 14(2), 114–121. <https://doi.org/10.30871/ji.v14i2.4503>
- Sadali, M., Arifin, M., & Wasil, M. (2025). *Implementasi Teknologi Internet of Things (IoT) pada Sistem Keamanan Loker dengan Verifikasi Biometrik*
- Setiyani, L. (2019). Perancangan dan Implementasi IoT (Internet of Things) pada Smarthome Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 10(2), 459–466.
- Spiceman.net. (2020). *Arduino Mega 2560 R3 Specifications*.
- Taqwa, A., Adewasti, & Hesti, E. (2019). Rancang Bangun Sistem Keamanan Kunci Loker Mahasiswa Di Politeknik Negeri Sriwijaya Menggunakan Fingerprint Dan Password Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer Politeknik Sekayu*, 9(2), 39–45.
- Wiryan, D. (2024). *Kerentanan pada Perangkat IoT : Ancaman Tersembunyi di Era Digital*. <https://sis.binus.ac.id/2024/06/12/kerentanan-pada-perangkat-iot-ancaman-tersembunyi-di-era-digital/>