

# Implementasi Sistem Keamanan IoT Berbasis QR Code pada Loker untuk Peningkatan Keamanan dan Aksesibilitas

Fitri<sup>1</sup>, Wahyu Aulia Nurwicaksana<sup>2</sup>, Ardian Afril Dhani Saputra<sup>3</sup>, Muhammad Surya Adji Pratma<sup>4</sup>

e-mail: [fitri@polinema.ac.id](mailto:fitri@polinema.ac.id), [wahyu\\_aulia\\_nurwicaksana@polinema.ac.id](mailto:wahyu_aulia_nurwicaksana@polinema.ac.id)

<sup>1234</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

## Informasi Artikel

### Riwayat Artikel

Diterima 5 Agustus 2024

Direvisi 20 September 2024

Diterbitkan 30 September 2024

### Kata kunci:

Aplikasi kodular

ESP32-CAM

QR kode

Sistem keamanan loker

Solenoid kunci pintu

## ABSTRAK

Saat ini, beberapa sistem keamanan loker masih konvensional menggunakan kunci manual, sehingga memudahkan untuk membuat kunci duplikat. Serta kunci konvensional tersebut juga sering hilang karena pengguna lalai dalam menyimpan. Dalam kedua konteks tersebut, penerapan sistem keamanan loker dengan sistem keamanan QR kode menjadi solusi yang tepat. Perancangan alat ini menggunakan beberapa komponen seperti ESP32-CAM sebagai pendeteksi QR kode, sensor ultrasonik HCSR04 sebagai pendeteksi kondisi dalam loker, LED sebagai indikator loker sedang digunakan, solenoid kunci pintu sebagai aktuator untuk mengunci loker, dan ESP-32 sebagai penghubung dari masukan sensor ultrasonik HC-SR04 dan ESP32-CAM dengan solenoid door lock dan LED. Alat ini memiliki 3 buah loker, memiliki kemampuan memindai QR Code berukuran 5 cm x 5 cm pada jarak 10-15 cm, memiliki sistem monitoring untuk mengetahui kondisi loker secara real-time pada tampilan LED dan aplikasi kodular. Dengan sistem penguncian menggunakan solenoid kunci pintu yang hanya dapat terbuka melalui pemindaian QR kode. Dari hasil pengujian alat kesuluruhan didapatkan hasil berupa loker dapat terbuka dan tertutup sesuai dengan QR kode yang terdaftar, pengguna dapat mengetahui kondisi loker secara langsung melalui indikator LED maupun secara daring melalui aplikasi pada smartphone.

## ABSTRACT

Currently, many locker security systems still rely on manual keys, making it easier to duplicate keys, and users often lose these keys due to negligence. In response to these issues, a locker security system using QR code technology offers an ideal solution. This system is designed with components such as ESP32-CAM for QR code detection, ultrasonic sensor HC-SR04 for detecting the locker's internal status, LED indicators for locker usage, a solenoid door lock as the locking actuator, and an ESP-32 to connect all components. The system consists of three lockers and is capable of scanning a 5 cm x 5 cm QR code from a distance of 10-15 cm. It also includes a real-time monitoring system that displays locker status on both an LED indicator and a Kodular app. The locking mechanism, controlled by the solenoid, only unlocks with a registered QR code. Testing results show that the locker opens and closes according to the correct QR code, and users can monitor locker status through the LED or the app.

### Keywords:

ESP32-CAM

Kodular app

Locker security system

QR code

Solenoid door lock



**Penulis Korespondensi:**

Wahyu Aulia Nurwicaksana

Jurusan Teknik Elektro,

Politeknik Negeri Malang,

Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia, Kode Pos. 65141

Email: [wahyu\\_aulia\\_nurwicaksana@polinema.ac.id](mailto:wahyu_aulia_nurwicaksana@polinema.ac.id)

Nomor HP/WA aktif: +6282242831591

**1. PENDAHULUAN**

Loker merupakan fasilitas penyimpanan yang banyak digunakan di berbagai tempat seperti sekolah, pusat kebugaran, dan perkantoran. Namun, sistem keamanan loker penyimpanan saat ini yang banyak digunakan adalah menggunakan kunci fisik. Hal ini masih menyebabkan banyak masalah seperti kehilangan kunci dan risiko pencurian. Berdasarkan masalah tersebut maka perlu adanya inovasi dalam penerapan sistem keamanan yang lebih efektif dan efisien. *Internet of Things (IoT)* muncul sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, dengan sistem pengendalian loker secara otomatis dan terintegrasi. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah penggunaan *QR Code* sebagai metode autentikasi dalam sistem keamanan loker, yang memberikan akses mudah dan aman [1], [2]. Dengan menggunakan sistem *QR Code* maka setiap akses akan dibuat unik dan hanya dapat diakses oleh pengguna yang berwenang. [3].

Penelitian terkait penerapan *IoT* dalam sistem keamanan telah berkembang pesat, terutama dalam bidang kontrol akses dan otomasi rumah [4]. Di Indonesia, penelitian tentang aplikasi *IoT* untuk keamanan juga telah menunjukkan hasil yang signifikan, terutama dalam konteks rumah pintar dan sistem akses publik [5]. Mikrokontroler ESP-32, dengan kemampuan konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, sering digunakan dalam berbagai sistem *IoT* karena fleksibilitasnya dalam menghubungkan sensor dan aktuator [6], [7]. Selain itu, *QR Code* telah menjadi metode autentikasi yang andal karena kemampuannya untuk menyimpan informasi dengan aman dan mudah dipindai [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem loker pintar berbasis *IoT* menggunakan ESP-32 dan *QR Code* sebagai metode autentikasi. Sistem ini diharapkan dapat memfasilitasi pengguna dalam membuka loker tanpa kunci fisik, hanya dengan memindai *QR Code*. ESP-32 akan bertindak sebagai pusat kendali yang terhubung ke jaringan internet, sementara *QR Code* memastikan keamanan dengan menghasilkan kode unik untuk setiap pengguna [9], [10].

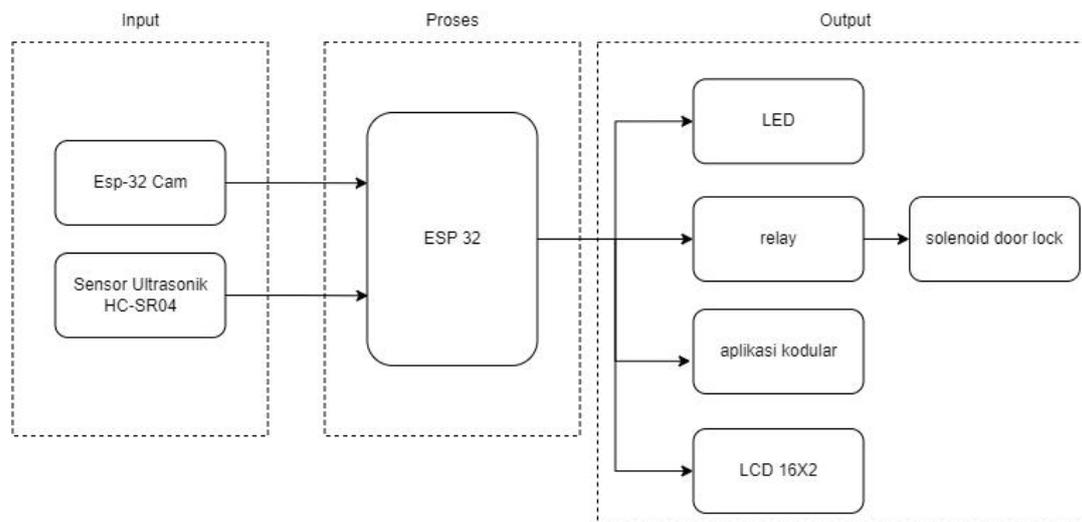
**2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa teknologi untuk mengembangkan sistem keamanan loker berbasis *QR Code* dan *IoT* menggunakan mikrokontroler ESP-32. Proses penelitian dilakukan secara berurutan mulai dari perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem. Sistem ini dirancang agar pengguna dapat membuka loker dengan cara memindai *QR Code* melalui aplikasi kodular yang terhubung dengan ESP-32, yang bertindak sebagai pengendali utama untuk mengatur akses loker. Tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

**2.1 Perancangan Sistem**

Blok diagram alat loker dengan sistem keamanan *QR Code* menggunakan ESP-32 berbasis *IoT* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.





Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada bagian input sistem, ESP32-CAM berfungsi untuk memindai QR *code* yang telah terdaftar, sementara sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi apakah loker sedang digunakan atau tidak. Dalam prosesnya, mikrokontroler ESP-32 bertindak sebagai pusat pengendali yang menjalankan kontrol baik secara serial maupun nirkabel. Pada bagian output sistem, aplikasi Kodular digunakan untuk merekam data kondisi loker setiap pengguna, sementara LED berfungsi sebagai indikator untuk menunjukkan apakah loker sedang digunakan. Selain itu, solenoid door lock bertindak sebagai aktuator untuk mengunci loker dengan kuat, dan LCD I2C 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi mengenai status loker, apakah terbuka atau terkunci, serta siapa pengguna yang sedang mengakses loker tersebut.

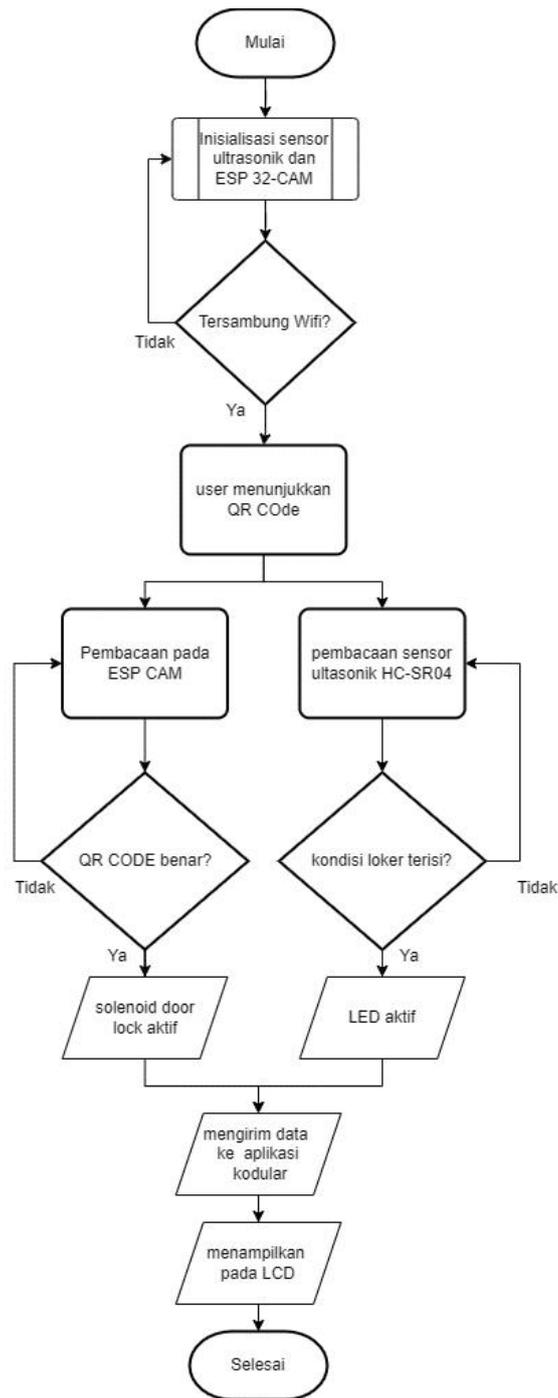
## 2.2 Algoritma dan Prinsip Kerja

Sistem ini menggunakan algoritma yang dirancang untuk mengotentikasi pengguna berdasarkan QR *Code* yang dipindai dan dicocokkan dengan data yang tersimpan. *Flowchart* sistem ditunjukkan pada Gambar 2.

Langkah-langkah penggunaan alatnya adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler ESP-32 melakukan inisialisasi terhadap sensor, aktuator, koneksi WiFi serta database pada website.
2. Pengguna memindai QR *Code* yang telah terdaftar pada jarak 10 – 15 cm dari ESP32-CAM.
3. ESP32-CAM memindai QR *code*.
4. Jika QR *Code* valid, ESP-32 akan mengaktifkan solenoid dan membuka loker.
5. Jika tidak valid, sistem akan menolak akses dan memberikan notifikasi kesalahan.
6. Apabila ada benda yang dideteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04 indikator LED menyala serta aplikasi akan mengubah tampilan "*not used*" menjadi "*used*"
7. LCD menampilkan indikator pengguna sebagai petunjuk loker mana yang telah terbuka



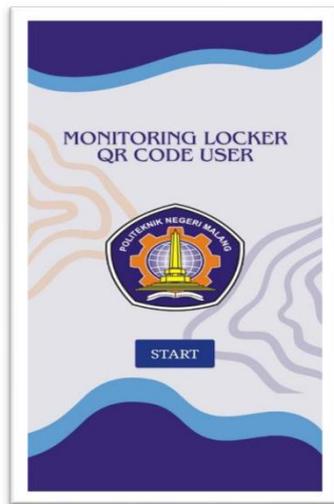


Gambar 2. Flowchart Keseluruhan sistem

### 2.3 Perancangan Aplikasi Kodular

Dalam perancangannya, Kodular digunakan untuk monitoring kondisi loker secara real-time. Pada Gambar 3 merupakan rancangan gambar desain tampilan aplikasi pada Kodular yang akan diimplementasikan pada alat.





Gambar 3. Tampilan awal aplikasi monitoring

## 2.4 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik tersebut direpresentasikan dalam bentuk 3 dimensi dengan ukuran dalam centimeter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



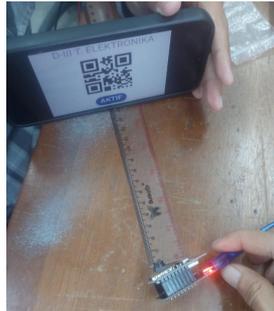
Gambar 4. Desain Mekanik Loker

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian ESP32-CAM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ESP32-CAM mampu digunakan untuk memindai QR *code* pada Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) yang telah didaftarkan. Sehingga hasil dari pembacaan QR *code* yang akurat dapat digunakan untuk membuka solenoid door lock. Apabila QR *code* yang tidak terdaftar maka ESP32-CAM tidak dapat memindai dan tampilan pada serial monitor menampilkan *decoding failed*. Hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel 1.





Gambar 5. Pengetesan QR code  
Tabel 1. Hasil Pengujian QR code

No	Gambar Pengujian	Keterangan
1		Terdeteksi
2		Terdeteksi
3		Terdeteksi
4		Tidak Terdeteksi

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan ESP32-CAM dan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) virtual yang telah didaftarkan melalui program Arduino IDE didapatkan hasil pembacaan QR code telah sesuai dengan kartu tanda mahasiswa (KTM) dan tampilan serial monitor menampilkan kode dari QR code tersebut. Apabila QR code yang tidak terdaftar maka ESP32-CAM tidak dapat memindai dan tampilan pada serial monitor menampilkan decoding failed.

### 3.2 Pengujian Aplikasi Kodular



Pada pengujian ini aplikasi kodular dapat menjadi tampilan data diri setiap user yang telah terdaftar, serta dapat memonitoring penggunaan loker dari setiap user secara real-time. Hasil aplikasi kodular ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 6. Tampilan aplikasi kodular

Aplikasi kodular dapat menerima data hasil pembacaan mikrokontroler ESP-32 dengan tepat. Dari tabel diatas didapatkan hasil tampilan aplikasi kodular telah sesuai dengan pembacaan data dari ESP-32 yaitu pembacaan kondisi loker sedang digunakan. Data yang telah terkirim ke website firebase akan dikirim ke aplikasi kodular pada smartphone yang menampilkan data secara real-time.

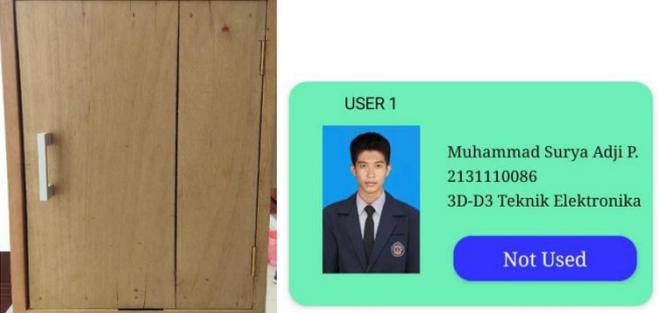
### 3.3 Pengujian Keseluruhan

Dari hasil pengujian keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki performa yang stabil, baik dalam fungsionalitas maupun kecepatan akses, dengan tingkat keamanan yang tinggi. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keseluruhan

No	Gambar Pengujian	Keterangan
1		QR Code user 1 dapat membuka loker 1
2		QR code yang tidak terdaftar tidak dapat membuka loker



3		Loker 1 sedang digunakan
4		Loker 1 sedang tidak digunakan

Saat pengujian menggunakan QR code yang terdaftar, ESP32-CAM memindai QR code tersebut sehingga mengirimkan sinyal berlogika "0" ke ESP-32, ESP-32 mengirimkan sinyal berlogika "1" ke relay yang awalnya *normally open* menjadi *normally close*. Menyebabkan *solenoid door lock* terbuka sesuai pada QR code yang terdeteksi. Kemudian pada LCD I2C 16x2 menampilkan indikator pengguna sebagai petunjuk loker mana yang telah terbuka. Apabila saat QR code yang tidak terdaftar, ESP32-CAM tidak dapat memindai QR code tersebut sehingga tampilan pada LCD I2C hanya menu awal. Dan disaat yang bersamaan apabila ada benda yang dideteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04 (benda berada mengenai bidang hitam dalam loker), ESP-32 akan mengirimkan sinyal berlogika "1" pada LED sehingga indikator LED menyala serta aplikasi kodular akan mengubah tampilan "not used" menjadi "used". apabila ada benda yang tidak terdeteksi oleh sensor ultrasonik HCSR04 (benda tidak mengenai bidang hitam dalam loker), ESP-32 akan mengirimkan sinyal berlogika "0" pada LED sehingga indikator LED tetap padam serta aplikasi kodular tetap menampilkan "not used".

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem loker yang pada mulanya konvensional menjadi sistem keamanan berbasis QR code yang meningkatkan keamanan dari loker konvensional dan pada loker ini terdapat sistem monitoring untuk mengetahui kondisi loker yang sedang digunakan atau tidak.
2. ESP32-CAM akan membaca QR code berukuran 5 x 5cm yang ditunjukkan pada jarak 12 – 16cm.
3. Berdasarkan pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mendeteksi suatu benda ketika pin trigger mengirimkan pulsa yang kemudian diterima oleh pin echo pada sensor dengan syarat benda tersebut harus mengenai bidang hitam.

Saran untuk pengembangan loker dengan sistem keamanan QR code berbasis IoT di masa depan meliputi beberapa aspek. Pertama, penggunaan perangkat pendeteksi QR code yang lebih akurat dan cepat dibandingkan ESP32-CAM akan meningkatkan efektivitas sistem. Kedua, pengembangan sistem monitoring pada aplikasi Kodular



dapat ditambahkan fitur seperti pencatatan waktu penggunaan loker. Selain itu, sistem ini juga bisa ditingkatkan dengan menambahkan sensor tambahan seperti sensor getar dan buzzer untuk meningkatkan keamanan. Terakhir, penggunaan sensor ultrasonik dengan jangkauan lebih luas akan memungkinkan deteksi barang dalam loker yang lebih presisi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Brown et al., "Smart Locker Systems: IoT and QR Code Integration," *IEEE Transactions on Automation Science*, vol. 11, no. 2, pp. 150-159, 2021.
- [2] C. Liu, "QR Code Authentication in IoT Systems," *Journal of Secure Communication*, vol. 14, no. 1, pp. 45-56, 2022.
- [3] D. Kumar et al., "A Review on QR Code-Based Security," *International Journal of Information Security*, vol. 18, no. 4, pp. 98-112, 2023.
- [4] E. Johnson, "IoT Security in Public Access Systems," *IEEE Security and Privacy*, vol. 9, no. 4, pp. 24-35, 2020.
- [5] R. Santoso et al., "Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan Notifikasi Real-Time," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi Indonesia*, vol. 10, no. 2, pp. 45-55, 2022.
- [6] F. Smith, "Evolution of IoT-Based Smart Access Control," *IoT Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 120-135, 2022.
- [7] G. Davis et al., "ESP-32 in IoT Systems: A Comprehensive Review," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 3, pp. 200-212, 2021.
- [8] H. Zhang, "QR Code as a Secure Authentication Mechanism," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 12, no. 5, pp. 234-245, 2023.
- [9] K. Smith, "Integration of QR Codes in IoT-Based Systems for Enhanced Security," *International Journal of IoT Applications*, vol. 8, no. 2, pp. 89-105, 2023.
- [10] L. Baker et al., "ESP-32 for IoT Security Solutions: An Overview," *IoT Security Journal*, vol. 9, no. 4, pp. 67-79, 2022.

