

Rancang Bangun Sistem Keamanan Kotak Amal Masjid Berbasis IOT Menggunakan Kunci Autentikasi Face Recognition

Ikhsan Muhamad Abdul Rohman, Rivaldo Nugraha

Teknik Informatika, STMIK Amik Bandung, Indonesia

*) Corresponding author: iiikkhssaann@outlook.com

(Submit pada : 5 September 2025 | Terbit pada : 30 November 2025)

Abstract

The mosque donation box plays an important role in collecting funds to support operational and religious social activities. However, donation boxes remain vulnerable to theft due to inadequate security systems. This research aims to design and develop a donation box security system based on the Internet of Things (IoT) using face recognition authentication. The system uses an ESP32-CAM to detect faces based on data stored on an SD card. When a registered face is successfully recognized, the ESP32-CAM sends an unlock command via MQTT to the broker. This message is received by an ESP32 board acting as a subscriber, which then activates the solenoid door lock and buzzer. The ESP32 also sends a real-time notification to Telegram to report successful authentication. The research includes device construction, face data collection, authentication testing, and measurement of authentication time and notification delay. Test results show that out of 100 trials, the system successfully recognized all registered faces, resulting in an authentication success rate of 100%. The average authentication time was 4.3 seconds, and the notification delivery time was 1.85 seconds.

Abstrak

Kotak amal masjid merupakan sarana penting dalam pengumpulan dana untuk mendukung kegiatan operasional dan sosial keagamaan. Namun, kasus pencurian kotak amal masih sering terjadi akibat lemahnya sistem pengamanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem keamanan kotak amal berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan kunci autentikasi menggunakan *face recognition*. Sistem ini menggunakan ESP32-CAM untuk mendeteksi wajah berdasarkan data yang tersimpan pada kartu SD. Jika wajah dikenali, ESP32-CAM mengirimkan perintah *unlock* melalui komunikasi MQTT kepada broker. Perintah ini kemudian diterima oleh ESP32, yang berfungsi sebagai *subscriber*, untuk mengaktifkan *solenoid door lock* dan buzzer. Selanjutnya, ESP32 mengirimkan notifikasi secara langsung ke Telegram sebagai laporan bahwa autentikasi berhasil. Penelitian ini mencakup tahapan pembuatan alat, pengambilan data wajah, pengujian autentikasi, serta pengukuran waktu autentikasi dan pengiriman notifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 100 percobaan, sistem berhasil mengenali seluruh wajah yang terdaftar dengan tingkat keberhasilan autentikasi sebesar 100%. Rata-rata waktu autentikasi wajah adalah 4,3 detik, dan waktu pengiriman notifikasi sebesar 1,85 detik.

Keywords: Bot Telegram, ESP32, ESP32-CAM, Face recognition, Internet of Things, Kotak amal, MQTT

PENDAHULUAN

Masjid, yang secara bahasa berarti tempat sujud, merupakan sarana ibadah umat Islam sekaligus pusat kegiatan sosial, pendidikan, dan keagamaan di masyarakat. Salah satu aktivitas penting yang dilakukan di masjid adalah pengumpulan dana melalui kotak amal, yang hasilnya digunakan untuk operasional, kegiatan sosial, dan program keagamaan. Namun demikian, kotak amal sering menjadi sasaran tindak kriminal, seperti pencurian yang masih marak terjadi di berbagai daerah. Misalnya, pada April 2025 [1], terjadi pencurian kotak amal di daerah Depok, Jawa Barat, di mana pelaku membobol kotak amal dan mengambil seluruh isinya. Kasus ini menunjukkan bahwa sistem keamanan kotak amal masih sangat rentan, sehingga menimbulkan kerugian dan menurunkan rasa aman jamaah.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk menghadirkan solusi keamanan kotak amal yang lebih modern dan adaptif. Salah satu teknologi yang relevan adalah *face recognition* berbasis ESP32-CAM, yang dapat digunakan sebagai metode autentikasi untuk mengontrol akses secara otomatis. Sistem ini dapat diintegrasikan dengan modul relay dan *solenoid door lock* melalui komunikasi MQTT dengan ESP32, serta dilengkapi fitur kendali tambahan menggunakan aplikasi Bot Telegram untuk memberikan notifikasi *real-time*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengusulkan sistem keamanan kotak amal dengan pendekatan berbeda, misalnya penggunaan keypad sebagai autentikasi yang dikombinasikan dengan sensor getaran SW-420 dan buzzer sebagai sistem peringatan [2]. Penelitian lain mengevaluasi kinerja *face recognition* dengan hasil rata-rata waktu autentikasi wajah sebesar 8,9 detik [3], sedangkan pengujian waktu pengiriman notifikasi menunjukkan rata-rata 16,5 detik [4]. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keamanan kotak amal masjid berbasis *face recognition* dengan ESP32-CAM, yang terintegrasi dengan komunikasi MQTT dan Bot Telegram, sehingga mampu meningkatkan keamanan, membatasi akses hanya kepada pihak berwenang, dan memberi ketenangan bagi jamaah bahwa dana yang mereka donasikan tersimpan dengan aman.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *prototype*, yang diawali dengan studi literatur untuk mempelajari teori serta referensi dari jurnal, artikel, dan buku yang relevan sebagai landasan pengembangan sistem keamanan kotak amal berbasis *face recognition*. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32-CAM sebagai perangkat pengenalan wajah serta ESP32 untuk mengendalikan relay, solenoid door lock, dan integrasi dengan bot Telegram. Setelah perancangan selesai, dilakukan tahap implementasi dan pengujian guna memastikan sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan. Terakhir, dilakukan analisis terhadap hasil implementasi untuk menilai kinerja dan efektivitas prototipe yang telah dikembangkan.

1. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi modern yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet secara berkelanjutan, sehingga berbagai objek fisik di sekitar dapat saling terhubung. Dengan adanya konektivitas ini, aktivitas sehari-hari menjadi lebih mudah, efisien, dan dapat menunjang berbagai pekerjaan manusia. Istilah *Internet of Things* terdiri dari dua komponen utama, yaitu Internet, yang berperan sebagai penghubung dan pengatur koneksi, serta *Things*, yang merujuk pada objek atau perangkat fisik. Secara sederhana, *Things* adalah perangkat yang mampu saling terhubung untuk mengumpulkan dan mengirimkan data melalui jaringan internet. Data yang dikirim tersebut juga dapat diakses dan dimanfaatkan oleh perangkat lainnya. Setiap perangkat (*Thing*) memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan di mana pun berada, tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dengan manusia maupun antara manusia dengan komputer [5].

Menurut pendapat penulis, *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi yang dirancang untuk mempermudah manusia dalam menjalani aktivitas sehari-hari. Dengan hanya bermodalkan koneksi internet dan perangkat yang telah dirancang untuk mendukung sistem IoT, pengguna dapat mengontrol dan memantau perangkat dari jarak jauh secara efisien.

2. ESP32-CAM

ESP32-CAM merupakan papan pengembangan dengan mode ganda, yaitu WiFi dan Bluetooth, yang dilengkapi dengan antena serta menggunakan inti papan PCB berbasis chip ESP32. Modul ini mampu beroperasi secara mandiri sebagai sistem minimum tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. ESP32-CAM juga telah dilengkapi dengan kamera OV2640, sehingga memungkinkan penggunaan dalam berbagai aplikasi seperti kamera pengawas (CCTV), pengambilan gambar, dan keperluan lainnya. Selain itu, modul ini mendukung fitur deteksi wajah (*face detection*) serta pengenalan wajah (*face recognition*) secara langsung melalui perangkatnya [6].

Menurut pendapat penulis, ESP32-CAM merupakan modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan kamera OV2640, KartuSD serta konektivitas WiFi dan Bluetooth, sehingga sangat cocok untuk aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT), khususnya dalam sistem pengenalan wajah. Modul ini mampu menjalankan proses *face detection* dan *face recognition* secara mandiri tanpa mikrokontroler tambahan.

3. ESP 32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems sebagai generasi penerus dari ESP8266. Mikrokontroler ini menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan mikrokontroler lainnya, di antaranya jumlah pin yang lebih banyak, lebih banyak pin analog, kapasitas memori yang lebih besar, serta dukungan untuk *Bluetooth Low Energy* (BLE) versi 4.0. Selain itu, ESP32 juga telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi terintegrasi dan menggunakan *prosesor dual-core* Xtensa LX6, yang menjadikannya sangat cocok untuk pengembangan aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) [7].

Menurut pendapat penulis, ESP32 merupakan mikrokontroler yang sangat andal untuk pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Dibandingkan dengan generasi sebelumnya, ESP8266, modul ini memiliki lebih banyak pin, kapasitas memori yang lebih besar, serta mendukung konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth Low Energy* (BLE) versi 4.0. Selain itu, penggunaan *prosesor dual-core* Xtensa LX6 membuat ESP32 mampu menangani tugas komputasi yang kompleks secara efisien.

4. Relay

Relay merupakan modul saklar yang bekerja berdasarkan prinsip kerja elektromagnetik. Komponen ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (*coil*) dan kontak mekanik (*switch*). Relay berfungsi untuk mengendalikan aliran listrik dengan memanfaatkan gaya elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar. Dengan demikian, relay memungkinkan arus listrik berdaya rendah (*low power*) untuk mengaktifkan sirkuit dengan tegangan yang lebih tinggi [8].

Menurut pendapat penulis, relay merupakan saklar elektronik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Komponen ini memungkinkan arus listrik berdaya rendah untuk mengendalikan sirkuit dengan tegangan lebih tinggi. Dengan kemampuan tersebut, relay banyak digunakan dalam sistem kendali berbasis mikrokontroler dan proyek *Internet of Things* (IoT).

5. Solenoid Door Lock

Solenoid door lock merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk sistem pengamanan pintu. Seperti halnya mekanisme kunci konvensional, *solenoid door lock* memiliki

dua kondisi kerja, yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC). Untuk mengatur perubahan antara kedua kondisi tersebut, perangkat ini membutuhkan suplai tegangan sebesar 12 volt agar dapat berfungsi. Selain tegangan listrik, *solenoid door lock* juga harus terhubung dengan sistem kendali. Proses pengendalian dilakukan melalui relay, yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutus arus listrik berdasarkan instruksi dari mikrokontroler [9]. Menurut pendapat penulis, *solenoid door lock* merupakan perangkat pengunci elektronik yang cocok digunakan dalam sistem keamanan otomatis. Perangkat ini bekerja dengan dua kondisi, yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC), serta membutuhkan suplai tegangan 12 volt untuk beroperasi. Pengendalian solenoid dilakukan melalui modul relay yang dikendalikan oleh mikrokontroler, sehingga dapat membuka atau mengunci pintu secara otomatis sesuai instruksi sistem.

6. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program (*sketch*) ke papan mikrokontroler Arduino. Platform ini berperan sebagai media pemrograman yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan berbagai program sesuai kebutuhan perangkat keras yang digunakan. Arduino IDE dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Java, serta dilengkapi dengan pustaka (*library*) C/C++ (*Wiring*) yang mempermudah proses input dan output. Melalui software ini, pengguna dapat memodelkan karakteristik parameter dari rangkaian analog maupun digital. Arduino IDE juga menyediakan fitur untuk merancang dan menguji berbagai konfigurasi rangkaian, serta melakukan analisis sifat rangkaian secara menyeluruh, baik dalam bentuk analisis AC, DC, maupun transien [10].

Menurut pendapat penulis, Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang sangat membantu dalam pengembangan program mikrokontroler secara praktis dan efisien. Dengan tampilan antarmuka yang sederhana, pengguna dapat menulis, mengedit, dan mengunggah program ke papan Arduino. Selain itu, Arduino IDE dilengkapi dengan pustaka C/C++ dan fitur pemrograman berbasis Wiring, yang memudahkan proses pemodelan input-output serta pengujian rangkaian analog maupun digital.

7. Bot Telegram

Bot Telegram merupakan fitur khusus dalam aplikasi Telegram yang dirancang untuk menjalankan fungsi secara otomatis berdasarkan perintah atau permintaan dari pengguna. Bot ini termasuk jenis akun istimewa yang tidak memerlukan nomor telepon untuk pendaftarannya. Fungsinya adalah sebagai antarmuka yang digunakan untuk menjalankan program atau kode yang telah dirancang sebelumnya oleh pengembang [11].

Menurut pendapat penulis, Bot Telegram merupakan solusi praktis dalam mengembangkan sistem otomatisasi berbasis pesan. Bot ini berfungsi sebagai antarmuka yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan program atau kode tertentu secara langsung melalui aplikasi Telegram. Selain itu, bot ini tidak memerlukan nomor telepon untuk pendaftaran, sehingga fleksibel digunakan dalam berbagai aplikasi berbasis Internet of Things (IoT), seperti sistem monitoring dan notifikasi otomatis.

8. Face Recognition

Pengenalan wajah (*face recognition*) merupakan salah satu penerapan dari teknologi *computer vision* yang bertujuan untuk mengenali objek, dalam hal ini adalah wajah manusia. Wajah memiliki karakteristik unik yang membedakan setiap individu, sehingga dapat digunakan sebagai data biometrik untuk proses identifikasi dan verifikasi seseorang. Proses kerja dari sistem *face recognition* dimulai dengan mengekstraksi ciri khas dari wajah, kemudian informasi tersebut dikodekan menjadi data biner yang dapat diproses oleh komputer. Setiap wajah memiliki hasil *encoding* yang berbeda-beda tergantung pada struktur wajah masing-masing individu. Data

encoding ini nantinya akan dibandingkan dengan hasil *decoding* untuk mengenali kecocokan wajah yang dimaksud. Teknologi pengenalan wajah saat ini banyak dikembangkan menggunakan berbagai metode kecerdasan buatan, termasuk pendekatan *deep learning* (pembelajaran mendalam) [12].

Menurut pendapat penulis, pengenalan wajah (*face recognition*) merupakan salah satu bentuk pemanfaatan teknologi *computer vision* yang berfungsi untuk mengenali identitas seseorang berdasarkan karakteristik unik pada wajahnya. Teknologi ini bekerja dengan cara mengekstraksi dan mengkodekan ciri-ciri wajah menjadi data digital yang kemudian dibandingkan untuk verifikasi atau identifikasi. Dengan dukungan metode kecerdasan buatan seperti *deep learning*, *face recognition* kini menjadi solusi biometrik yang efisien dan banyak diterapkan dalam sistem keamanan modern.

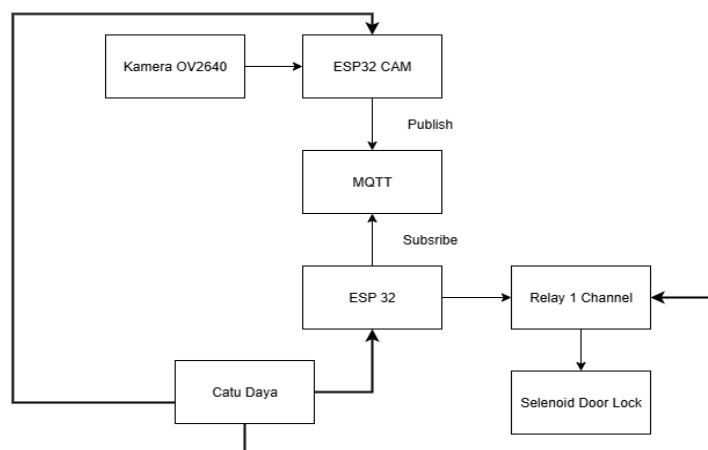
9. Protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

MQTT adalah protokol komunikasi instan yang dirancang khusus untuk kebutuhan *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi *Machine-to-Machine* (M2M). Protokol ini menggunakan sistem komunikasi berbasis broker dengan mekanisme *publish/subscribe*. Salah satu keunggulan utama MQTT adalah sifatnya yang ringan, sehingga sangat efisien digunakan pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya. Dalam proses komunikasinya, pesan dari *publisher* dikirimkan ke *broker* dalam bentuk topik, kemudian broker akan meneruskan pesan tersebut kepada *subscriber* sesuai dengan topik yang mereka langgani. MQTT kompatibel dengan berbagai platform dan mendukung banyak bahasa pemrograman populer. Protokol ini juga menyediakan tiga tingkat *Quality of Service* (QoS) untuk menjamin keandalan pengiriman pesan. Keunggulan MQTT dalam *push notification* mencakup kemampuan pembaruan secara *real-time*, konsumsi daya yang rendah, penggunaan *bandwidth* yang efisien, serta kemampuan skalabilitas yang tinggi [13].

Menurut pendapat penulis, MQTT merupakan protokol komunikasi ringan yang sangat cocok digunakan dalam sistem *Internet of Things* (IoT). Dengan menggunakan model *publish/subscribe* dan peran broker sebagai penghubung antar perangkat, MQTT memungkinkan pertukaran data secara efisien meskipun pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Keunggulan lainnya adalah dukungan terhadap berbagai bahasa pemrograman, tingkat *Quality of Service* (QoS), serta kemampuannya untuk melakukan pembaruan data secara *real-time* dengan konsumsi daya dan *bandwidth* yang rendah.

10. Perancangan Sistem

Secara garis besar, rancangan sistem keamanan kotak amal masjid berbasis *face recognition* ditunjukkan pada Gambar 1, dimana perangkat *Internet of Things* yang digunakan terdiri dari ESP32-CAM, ESP32, relay 1 channel, dan *solenoid door lock* sebagai komponen utama pendukung sistem.

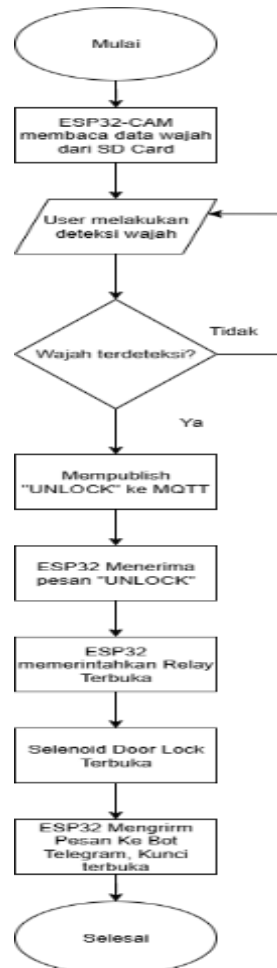


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Berikut adalah penjelasan dari diagram blok sistem diatas :

1. Kamera OV2640 pada modul ESP32-CAM akan mendeteksi wajah. Jika wajah yang terdeteksi sesuai dengan data yang telah tersimpan di SD Card, maka ESP32-CAM akan memprosesnya dan mengirimkan pesan *UNLOCK* ke ESP32 melalui komunikasi MQTT.
2. Setelah menerima pesan *UNLOCK* dari ESP32-CAM, mikrokontroler ESP32 akan mengaktifkan relay untuk membuka *solenoid door lock*. Selanjutnya, ESP32 mengirimkan notifikasi teks ke bot Telegram yang menyatakan bahwa *solenoid door lock* telah terbuka.

11. Sistem Flowchart



Gambar 2. Flowchart Proses Buka Selenoid

Berikut adalah penjelasan dari *flowchart* gambar 2 :

1. ESP32-CAM membaca data wajah dari SD Card
2. User melakukan deteksi wajah apabila wajah tidak terdeteksi, maka pengguna harus melakukan deteksi wajah ulang.
3. Jika wajah yang terdeteksi telah terdaftar, ESP32-CAM akan mempublish pesan *unlock* ke ESP32 melalui komunikasi MQTT.
4. Setelah menerima *subscribe* pesan *unlock* melalui MQTT, ESP32 akan mengirimkan sinyal ke relay untuk membuka *solenoid door lock*.
5. Relay mengaktifkan *solenoid door lock* sehingga kunci terbuka.
6. ESP32 kemudian mengirimkan notifikasi ke bot Telegram bahwa *solenoid door lock* telah terbuka

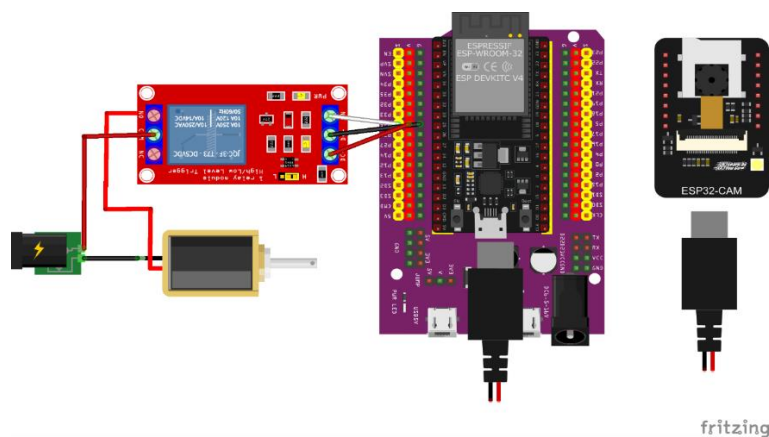


Gambar 3. Flowchart Proses Buka Kunci Solenoid melalui Telegram

Berikut adalah penjelasan *flowchart* pada gambar 3 :

1. Pengguna mengirim perintah buka/tutup melalui bot Telegram.
2. ESP32 menerima perintah tersebut.
3. Relay diaktifkan untuk mengendalikan *solenoid door lock*.
4. *Solenoid door lock* membuka atau menutup sesuai perintah.
5. ESP32 mengirim notifikasi ke bot Telegram bahwa kunci berhasil dibuka atau ditutup.

12. Desain Perangkat Keras



Gambar 1. Skema Perangkat

Berikut adalah penjelesan skema perangkat yang ada pada gambar 3 :

1. Kabel jumper penghubung antara ESP32 dan modul relay 1 channel terdiri dari warna merah sebagai jalur 5V (tegangan positif), warna hitam sebagai ground (tegangan negatif), dan warna putih dari Pin IN pada relay ke Pin 25 pada ESP32 sebagai jalur komunikasi antara ESP32 dan relay.
2. Kabel jumper penghubung antara relay 1 channel dengan *solenoid door lock* menggunakan kabel warna merah yang menghubungkan terminal NO (*Normally Open*) pada relay ke terminal positif pada *solenoid door lock*.
3. Kabel jumper penghubung antara relay 1 channel dan input daya DC 12V menggunakan kabel warna merah yang menghubungkan terminal COM (*Common*) pada relay ke terminal positif dari input daya DC 12V.
4. Kabel jumper penghubung antara *solenoid door lock* dengan sumber daya DC 12V menggunakan kabel warna hitam sebagai ground (tegangan negatif)
5. Kabel USB Type C pada ESP32 sebagai sumber daya bagi ESP32.
6. Kabel USB Type C pada ESP32-Cam sebagai sumber daya bagi ESP32 Cam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Pengujian Autentikasi

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 100 kali, sistem berhasil melakukan autentikasi wajah sebanyak 100 kali tanpa kegagalan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi autentikasi sistem adalah **100%**, sesuai dengan perhitungan. Nilai tersebut didapatkan dengan menerapkan rumus berikut :

$$Akurasi Autentikasi = \frac{Jumlah Autentikasi Berhasil}{Jumlah Percobaan} \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi Autentikasi = \frac{100}{100} \times 100\% = 100\%$$

Dengan akurasi sebesar ini, dapat disimpulkan bahwa sistem mampu mengenali wajah pengguna secara konsisten dan andal selama pengujian berlangsung.

Perhitungan Pengujian Waktu Autentikasi

Berdasarkan hasil pengujian sebanyak 100 kali, waktu autentikasi wajah dihitung dari saat wajah mulai terdeteksi hingga sistem berhasil mengenali dan mencocokkannya dengan data yang tersimpan. Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus rata-rata:

$$Rata rata waktu autentikasi = \frac{\sum_{i=1}^n T_{auth,i}}{n} \quad (2)$$

$$Rata rata waktu autentikasi = \frac{454.08}{100} = 4.54 Detik$$

Penjelasan:

$T_{auth,i}$ = Waktu autentikasi ke-i

n = Jumlah data waktu autentikasi

Perhitungan Pengujian Waktu Kirim Notifikasi

Berdasarkan hasil pengujian sebanyak 100 kali, waktu pengiriman notifikasi dihitung sejak sistem mengenali wajah hingga notifikasi diterima oleh pengguna. Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus:

$$\text{Rata rata waktu kirim notifikasi} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{notif,i}}{n} \quad (3)$$

$$\text{Rata rata waktu autentikasi} = \frac{184.99}{100} = 1.85 \text{ Detik}$$

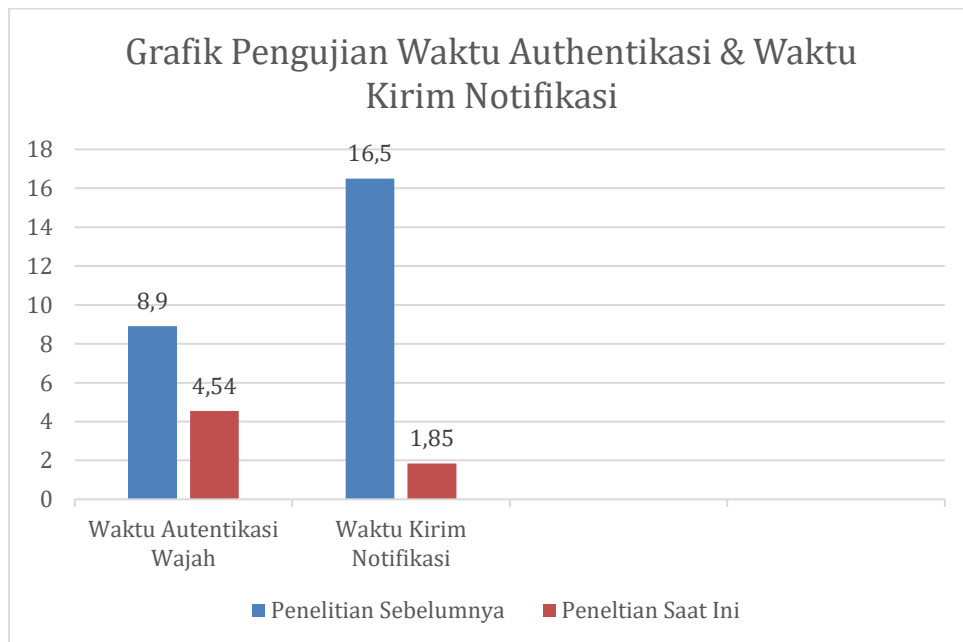
Penjelasan:

$T_{notif,i}$ = Waktu autentikasi ke- i

n = Jumlah data waktu kirim notifikasi

Grafik Pengujian Waktu Autentikasi & Waktu Kirim Notifikasi

Berikut adalah grafik pengujian waktu autentikasi dan waktu kirim notifikasi :



Berdasarkan grafik di atas, diketahui bahwa pada penelitian sebelumnya[3], waktu yang dibutuhkan untuk proses autentikasi wajah adalah sebesar 8,9 detik, sedangkan waktu pengiriman notifikasi[4] mencapai 16,5 detik. Sementara itu, pada penelitian saat ini, waktu autentikasi wajah hanya memerlukan 4,54 detik dan waktu pengiriman notifikasi sebesar 1,85 detik. Hal ini menunjukkan bahwa pada penelitian saat ini, proses autentikasi wajah dan pengiriman notifikasi berlangsung lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menghasilkan prototipe kotak amal dengan fitur keamanan berbasis face recognition yang mampu mengidentifikasi wajah pengguna terdaftar untuk membuka kunci, serta menerapkan teknologi pengenalan wajah sebagai metode autentikasi dalam meningkatkan keamanan. Sistem dapat mengenali wajah dari data yang tersimpan di kartu SD dengan tingkat akurasi 100% berdasarkan 100 kali pengujian, di mana seluruh wajah terdaftar berhasil dikenali

tanpa kesalahan deteksi maupun kegagalan autentikasi. Dari sisi kinerja, rata-rata waktu autentikasi wajah pada penelitian sebelumnya tercatat 8,9 detik, sedangkan pada penelitian ini hanya 4,54 detik, yang diukur sejak wajah terdeteksi hingga sistem menyatakan kecocokan data, sehingga menunjukkan respons autentikasi yang lebih cepat dan efisien. Selain itu, waktu pengiriman notifikasi setelah autentikasi berhasil juga mengalami peningkatan signifikan, yaitu dari rata-rata 16,5 detik pada penelitian sebelumnya menjadi 1,85 detik pada sistem ini, yang dihitung sejak proses autentikasi sukses hingga notifikasi diterima oleh pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pa Rivaldo Nugraha M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. 'Puspitasari, "Viral Bocah Terekam Curi Uang Kotak Amal Di Depok, Sempat Acungkan Jari," <https://news.detik.com/berita/d-7860613/viral-bocah-terekam-curi-uang-kotak-amal-di-depok-sempt-acungkan-jari>.
- [2] S. Mindasari, M. As'ad, And D. Meilantika, "239-File Utama Naskah-862-1-10-20230726," *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, Vol. 5, Dec. 2022.
- [3] A. Putra, M. Susilo, D. Darlis, And D. A. Nurmantris, "Pengenalan Wajah Berbasis Esp32-Cam Untuk Sistem Kunci Sepeda Motor Esp32-Cam-Based Face Recognition For Motorcycle Lock System," *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, Vol. 8, No. 2, Pp. 1091–1103, 2021, Doi: 10.25124/Jett.V8i2.4199.
- [4] C. Lutfianda, Z. Khalid, And S. Achmady, "Sistem Keamanan Pintu Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Mikrokontroller Esp-32 Camera Dilengkapi Dengan Notifikasi Telegram Door Security System With Face Recognition Using Esp-32 Camera Microcontroller Equipped With Telegram Notifications," 2022. [Online]. Available: <https://journal.lp2stm.or.id/index.php/teksagro/article/view/37>
- [5] A. Selay *Et Al.*, "Internet Of Things," *Karimah Tauhid*, Vol. 1, 2022, Accessed: May 05, 2025. [Online]. Available: <https://ojs.unida.ac.id/karimahtauhid/article/download/7633/3570>
- [6] J. Sistem And K. Tgd, "Penerapan Edge Detection Sistem Pada Proses Identifikasi Keamanan Rumah Berbasis Esp Cam," Vol. 2, No. 6, Pp. 325–332, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jskom>
- [7] I. Widyatmika, N. Indrawati, I. Prastya, I. Darminta, I. Sangka, And A. Sapteka, "Perbandingan Kinerja Arduino Uno Dan Esp32 Terhadap Pengukuran Arus Dan Tegangan," *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, Vol. 13, Apr. 2021, Doi: <https://doi.org/10.5614/joki.2021.13.1.4>.
- [8] G. Devira Ramady *Et Al.*, "Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Komputer Amik Bsi*, Vol. Vi, No. 2, 2020, Doi: 10.31294/Jtk.V4i2.
- [9] S. Achmady, L. Qadriah, And A. Auzan, "Jrr Rancang Bangun Magnetic Solenoid Door Lock Dengan Speech Recognition Menggunakan Nodemcu Berbasis Android," *Jurnal Real Riset* |, Vol. 4, No. 2, P. 79, 2022, Doi: 10.47647/Jrr.

- [10] U. Mahanin Tyas, A. Apri Buckhari, P. Studi Pendidikan Teknologi Informasi, And P. Studi Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan, “Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital,” *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi*, Vol. 1, No. 1, 2023.
- [11] B. Pasaribu And W. Susanti, “Sistem Informasi Pengajuan Rancangan Usulan Penelitian Menggunakan Php Native Dan Bot Telegram,” *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer Dan Informasi*, Vol. 3, No. 1, 2021.
- [12] S. Sugeng And A. Mulyana, “Sistem Absensi Menggunakan Pengenalan Wajah (Face Recognition) Berbasis Web Lan,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, Vol. 11, No. 1, Pp. 127–135, Apr. 2022, Doi: 10.32736/Sisfokom.V11i1.1371.
- [13] F. P. Eka Putra, F. Muslim, N. Hasanah, Holipah, R. Paradina, And R. Alim, “Analisis Komparasi Protokol Websocket Dan Mqtt Dalam Proses Push Notification,” *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, Pp. 63–72, Jan. 2024, Doi: 10.60083/Jsisfotek.V5i4.325.