

## PENGEMBANGAN PROTOTIPE SISTEM KUNCI PINTU BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP32-CAM DENGAN PENGENALAN WAJAH

Arjun Yogy Syahputra

[arjunyogi80@gmail.com](mailto:arjunyogi80@gmail.com)

Universitas Islam Balitar Blitar

### ABSTRAK

Keamanan rumah merupakan aspek penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama di era digital saat ini. Dengan itu, maka diperlukannya penelitian untuk mengembangkan alat untuk menambahkan keamanan pada rumah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah prototipe sistem pengunci pintu otomatis berbasis pengenalan wajah yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan modul ESP32-CAM untuk mendeteksi dan mengenali wajah pengguna, serta memanfaatkan platform Telegram sebagai media pengendalian jarak jauh melalui smartphone. Metode pengembangan yang digunakan adalah pendekatan prototipe, yang memungkinkan pengujian dan evaluasi berulang selama proses perancangan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah pengguna dengan tingkat akurasi yang baik dan memberikan respon penguncian serta pembukaan pintu secara otomatis. Selain itu, notifikasi keamanan juga berhasil dikirimkan ke perangkat pengguna secara real-time. Sistem ini berpotensi meningkatkan keamanan rumah secara signifikan dengan menawarkan solusi yang cerdas, efisien, dan mudah diakses.

**Kata Kunci:** Pengenalan Wajah, ESP32-CAM, Iot, Sistem Keamanan Rumah, Telegram.

### ABSTRACT

*Home security is an important aspect of everyday life, especially in today's digital era. Therefore, research is needed to develop tools to add security to the home. This study aims to develop a prototype of an automatic door lock system based on face recognition integrated with Internet of Things (IoT) technology. This system uses the ESP32-CAM module to detect and recognize the user's face, and utilizes the Telegram platform as a remote control medium via smartphone. The development method used is the prototype approach, which allows repeated testing and evaluation during the system design process. The test results show that the system is able to recognize the user's face with a good level of accuracy and provide automatic door locking and opening responses. In addition, security notifications were also successfully sent to the user's device in real-time. This system has the potential to significantly improve home security by offering a smart, efficient, and easily accessible solution.*

**Keywords:** Face Recognition, ESP32-CAM, Iot, Home Security System, Telegram.

### PENDAHULUAN

Keamanan rumah menjadi salah satu perhatian utama bagi pemilik rumah, terutama dalam mengantisipasi kehadiran orang asing dan potensi ancaman seperti pencurian dan vandalisme. Sistem keamanan konvensional yang hanya mengandalkan kunci mekanis atau gembok sering kali dianggap kurang efektif karena rentan terhadap pembobolan dan tidak memiliki kemampuan pemantauan jarak jauh. Kekurangan ini menimbulkan celah keamanan yang dapat dimanfaatkan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, sehingga menambah kekhawatiran bagi penghuni rumah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan sistem keamanan yang lebih cerdas dan responsif. Salah satu pendekatan yang berkembang pesat adalah pemanfaatan Internet of Things (IoT), yaitu konsep di mana perangkat fisik seperti sensor, kamera, dan aktuator dapat terhubung ke jaringan internet dan saling berkomunikasi. Dalam konteks

keamanan rumah, IoT memungkinkan sistem untuk melakukan pemantauan secara real-time dan mengirimkan informasi kepada pemilik rumah secara langsung melalui perangkat seluler.

Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem pengunci pintu otomatis berbasis pengenalan wajah menggunakan modul ESP32-CAM. Modul ini merupakan perangkat mikrokontroler yang dilengkapi dengan kamera dan konektivitas Wi-Fi, menjadikannya ideal untuk aplikasi pemantauan dan kontrol jarak jauh. Sistem yang dikembangkan mampu mengenali wajah pengguna melalui proses pencocokan citra yang dilakukan oleh server lokal, dan mengendalikan penguncian atau pembukaan pintu secara otomatis berdasarkan hasil pengenalan tersebut.

Dengan mengintegrasikan ESP32-CAM dan teknologi IoT, sistem ini juga dilengkapi dengan media Telegram, yang memungkinkan pemilik rumah menerima pemberitahuan dan mengontrol pintu dari jarak jauh. Tujuan dari pengembangan prototipe ini adalah menciptakan solusi keamanan yang tidak hanya efektif dan efisien, tetapi juga mudah digunakan dan terjangkau oleh masyarakat luas. Selain itu, sistem ini dirancang agar dapat dikembangkan lebih lanjut dan diintegrasikan dengan ekosistem smart home lainnya di masa depan.

Melalui penelitian ini, dibahas secara menyeluruh mengenai perancangan, implementasi, serta pengujian prototipe sistem door lock berbasis pengenalan wajah dengan ESP32-CAM dan IoT. Evaluasi dilakukan dalam berbagai skenario untuk menilai keandalan dan efektivitas sistem dalam meningkatkan keamanan rumah secara menyeluruh.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (RnD) yang terdiri dari beberapa tahapan mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Metode ini dipilih untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memiliki kinerja yang optimal dalam meningkatkan keamanan rumah.

### **Analisis Kebutuhan**

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi fitur dan spesifikasi yang diperlukan oleh pengguna dalam sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah. Data diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan calon pengguna, serta studi literatur terkait teknologi keamanan rumah modern yang telah ada. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem pengunci pintu otomatis yang dikembangkan harus memiliki fitur-fitur berikut:

1. Pengambilan gambar wajah secara otomatis melalui kamera pada modul *ESP32-CAM* saat gerakan terdeteksi.
2. Pemrosesan data pengenalan wajah oleh server lokal, yang mencocokkan wajah dengan data pengguna yang telah terdaftar.
3. Kontrol kunci pintu otomatis berdasarkan hasil identifikasi wajah, dengan menggunakan modul relay sebagai aktuator.
4. Penggunaan platform Telegram sebagai komunikasi antar komponen, sebagai notifikasi dan pengontrolan sistem jarak jauh pengguna.
5. Antarmuka sistem yang sederhana via web, baik untuk proses pendaftaran wajah maupun pemantauan aktivitas secara *real-time*.

### **Perancangan Sistem**

Perancangan sistem meliputi perancangan arsitektur hardware dan software. Diagram blok sistem digambarkan komponen-komponen untuk yang mengilustrasikan digunakan dan bagaimana mereka saling berinteraksi. Komponen-komponen yang digunakan dalam

prototipe ini meliputi:

### **1. Arduino IDE**

Arduino IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memori mikrokontroler. Arduino yang digunakan versi 1.8.19 dengan board manager esp32 by espressif system versi 1.0.4.

### **2. ESP32-CAM**

ESP32-CAM adalah sebuah modul yang menggabungkan ESP32, sebuah mikrokontroler yang banyak digunakan untuk aplikasi IoT (Internet of Things), dengan sebuah kamera CMOS yang dapat merekam gambar atau video. Modul ini sangat cocok digunakan untuk proyek-proyek yang menggunakan kamera sebagai input, seperti sistem pengawasan, sistem pengenalan wajah, dan lainnya.

### **3. Solenoid Lock**

Solenoid Lock magnetik adalah perangkat elektromekanis yang berfungsi sebagai kunci pintu otomatis. Dalam keadaan normal, solenoid pintu berada pada posisi terkunci. Ketika tegangan diberikan, solenoid pintu terbuka. Solenoid ini memiliki dua sistem operasi: biasanya tertutup (NC) dan biasanya terbuka (NO). Perbedaan cara kerja keduanya adalah ketika tegangan diberikan pada magnet NC, solenoid akan memanjang (menutup), sedangkan magnet NO bekerja dengan cara yang berlawanan dengan magnet NC. Kebanyakan solenoid pintu memerlukan tegangan input atau operasi sebesar 12V DC.

### **4. Modul Relay**

Relay adalah sakelar yang dioperasikan secara elektrik, komponen elektromekanis yang terdiri dari dua bagian utama: elektromagnet (kumparan) dan komponen mekanis (serangkaian kontak sakelar). Relay menggunakan prinsip elektromagnetisme untuk mengoperasikan kontak peralihan. Bahkan arus kecil (daya rendah) dapat dihantarkan oleh tegangan yang lebih tinggi.

### **5. Modul Buzzer**

Buzzer adalah komponen elektronik yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Komponen ini sering digunakan dalam sistem alarm dan juga dapat berfungsi sebagai indikator suara. Buzzer termasuk dalam kelompok komponen elektronika yang dikenal sebagai transduser. Secara sederhana, Buzzer memiliki dua kaki, yaitu positif dan negatif. Buzzer mudah digunakan dan dapat dioperasikan pada tegangan positif dan negatif dalam rentang 3–12V.

### **6. Baterai Total 12v**

Baterai adalah perangkat penyimpanan energi yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai litium-ion dapat menghasilkan energi dan 19 kepadatan daya yang tinggi, dan juga memiliki kelebihan yaitu sangat efisien, tidak memiliki efek memori, dan memiliki masa pakai yang relatif panjang. Kelemahan baterai litium-ion adalah sensitivitasnya yang tinggi terhadap suhu

### **7. Lampu LED**

LED (Light Emitting Diode) 5mm adalah komponen semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika arus listrik melewatinya. Ukuran 5mm mengacu pada 20 diameter fisik LED, yang memungkinkannya untuk dengan mudah diintegrasikan ke berbagai sirkuit. LED ini tersedia dalam berbagai warna termasuk merah, hijau, biru dan kuning, tergantung pada bahan semikonduktor yang digunakan dan tegangan yang diberikan.

### **7. Magnetic Switch**

Magnetic switch adalah saklar yang hubungan kontaknya sensitive terhadap medan magnet. Untuk sistem keamanan, magnetic switch digunakan sebagai sensor yang secara

umum diletakan pada pintu. Satu pasang sensor terdiri dari dua buah unit, yaitu satu unit magnet bias dipasang pada pintu yang bergerak sedangkan satu unit lainnya yang berisi reed kontak yang sensitive terhadap magnet diletakan pada bagian pintu yang tidak bergerak.

### 8. Telegram

Telegram adalah platform sumber terbuka yang menawarkan enkripsi ujung ke ujung, pesan yang dapat dihapus sendiri, dan infrastruktur multi-pusat data. Keunggulan Telegram adalah dapat berjalan di hampir semua platform, sehingga memudahkan admin untuk membangun sistem notifikasi. Dengan memanfaatkan kemampuan API (Antarmuka Pemrograman Aplikasi) terbuka Telegram, admin dapat menggunakan bot untuk mengirim pesan secara otomatis. Telegram juga menawarkan layanan cloud agar pesan lebih cepat terkirim sekaligus.

### 9. Bot Father

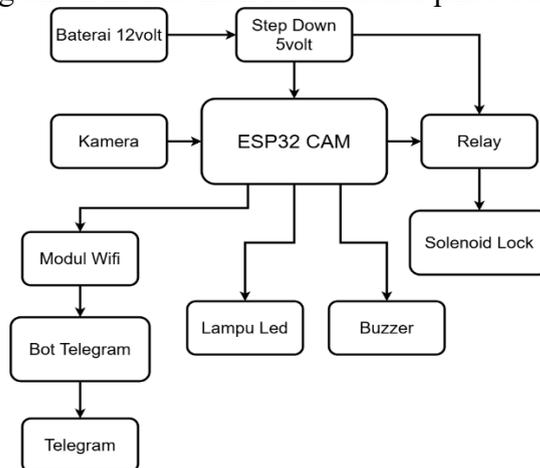
Bot Father merupakan sebuah software bot yang memiliki fungsi sebagai pembuat bot dan pengatur bot yang telah dibuat sebelumnya. Bot Father mempunyai berbagai macam fungsi mengenai bot, contohnya membuat bot, menghapus bot, merubah nama bot, merubah deskripsi bot, dan hal lainnya mengenai bot.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah menganalisis masalah dan kebutuhan, tahap berikutnya dibutuhkan penjelasan mengenai cara kerjanya yang dimulai dengan perancangan alat, kemudian perakitan dan pengujian alat. Perancangan alat dimulai dengan membuat diagram blok (Gambar 1) yang terhubung antar perangkat keras yang digunakan, kemudian alur kerja sistem alat (Gambar 2). Perakitan rangkaian elektronik yang sesuai dengan (Gambar 3).

### 1. Diagram Blok

Berikut ini gambar diagram blok yang memperlihatkan sambungan antar komponen pada alat yang dirancang untuk membentuk sistem kunci pintu berbasis *face recognition*.



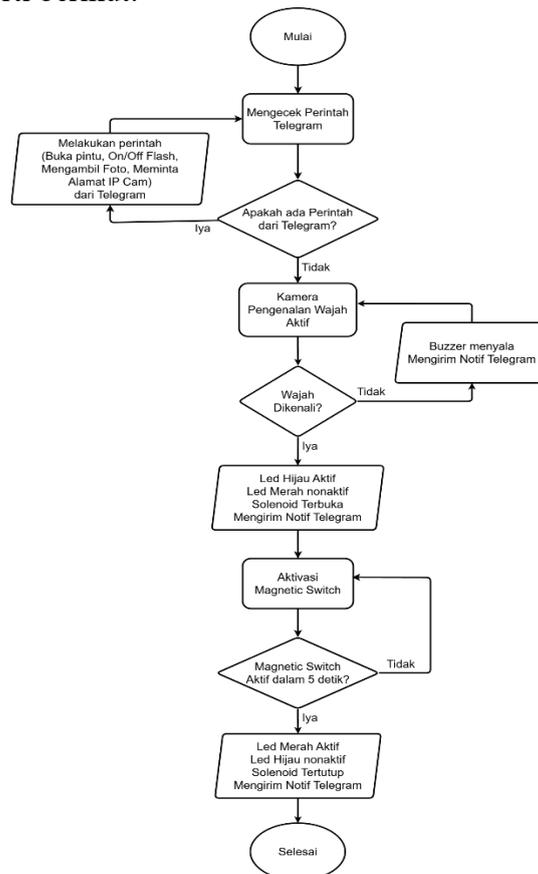
**Gambar 1.** Diagram Blok Sistem Alat Kunci Pintu Pengenalan Wajah

Pada Pada *Gambar 1* di atas, dijelaskan bahwa sistem menggunakan *power supply* sebagai sumber daya utama yang berfungsi untuk mendayai mikrokontroler *ESP32-CAM* beserta komponen lainnya. Setelah mendapatkan daya, *ESP32-CAM* akan segera aktif dan menjalankan proses deteksi wajah di depan kamera. Mikrokontroler ini kemudian melakukan proses pengenalan wajah dengan mencocokkan citra yang tertangkap dengan data wajah yang telah disimpan sebelumnya dalam *database* internal. Jika wajah yang terdeteksi cocok atau dikenali, maka *ESP32-CAM* akan memberikan perintah ke modul *relay* untuk mengaktifkan *solenoid lock*. Saat *solenoid lock* aktif, kunci akan terbuka secara otomatis dan *LED* hijau akan menyala sebagai indikator akses berhasil. Dalam kondisi pintu

terbuka, sistem akan memantau sensor *magnetic switch*. Jika kondisi sensor *magnetic switch* menunjukkan bahwa pintu telah bergerak atau ditutup, maka sensor akan mengirimkan sinyal ke *ESP32-CAM* untuk memicu nyala *LED* merah sebagai indikator kunci tertutup dan memberikan perintah ke *relay* untuk menonaktifkan *solenoid lock*, sehingga pintu terkunci kembali. Sebaliknya, apabila wajah yang terdeteksi tidak cocok atau tidak dikenali, *ESP32-CAM* akan langsung mengirimkan sinyal ke *buzzer* untuk berbunyi selama 1 detik sebagai tanda peringatan dan mengirimkan notifikasi berupa data atau informasi kejadian tersebut ke akun *Telegram* yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Sistem ini bekerja secara otomatis, terintegrasi, dan efisien guna meningkatkan keamanan serta memberikan kendali jarak jauh melalui notifikasi *real-time*.

## 2. Flowchart

Berdasarkan blok diagram diatas, *Flowchart* sistem kunci pintu dengan pengenalan wajah dapat dibuat seperti berikut:



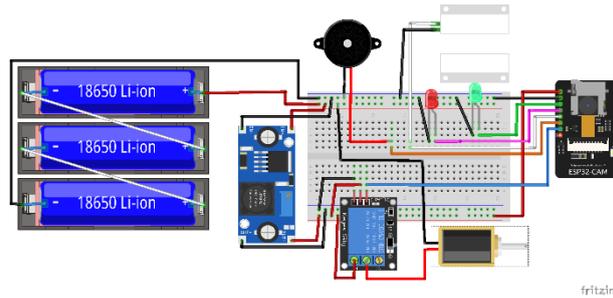
**Gambar 2.** *Flowchart* Sistem Alat Kunci Pintu Pengenalan Wajah

Proses dimulai dengan inisialisasi dan penyambungan perangkat ke jaringan *Wi-Fi*. Setelah koneksi berhasil, kamera *ESP32-CAM* akan mulai mendeteksi keberadaan wajah di depan kamera dan mencocokkannya dengan database wajah yang telah terdaftar. Jika wajah dikenali, sistem akan menyalakan *LED* hijau sebagai indikator bahwa akses diizinkan, membuka kunci pintu, dan mengirimkan notifikasi ke *Telegram*. Sebaliknya, jika wajah tidak dikenali, sistem akan menyalakan *buzzer* sebagai peringatan dan mengirimkan notifikasi ke *Telegram*, lalu kembali melakukan proses deteksi wajah. Selanjutnya, sistem akan memantau kondisi *magnetic switch*. Jika *magnetic switch* terpicu atau aktif, maka *LED* merah akan menyala sebagai indikator keamanan aktif, pintu akan dikunci, dan notifikasi akan kembali dikirimkan ke *Telegram*. Namun, jika *magnetic switch* tidak aktif, maka kunci pintu tetap dalam keadaan terbuka dan proses akan kembali memantau status sensor

tersebut. Selain itu, sistem juga secara berkala memeriksa apakah terdapat perintah masuk dari Telegram. Jika ada, perintah tersebut akan dieksekusi dan sistem kembali ke tahap pemantauan *magnetic switch*. Semua notifikasi yang dikirim oleh sistem akan ditampilkan pada chatbot Telegram untuk memberikan informasi real-time kepada pengguna. Setelah seluruh proses berjalan, sistem siap mengulang siklus untuk memastikan keamanan tetap terjaga secara otomatis.

### 3. Rangkaian Sistem

Rangkaian sistem pada gambar 3. terdiri dari beberapa komponen yang saling terhubung. untuk mengontrol dan mengkoordinasikan kinerja dari berbagai komponen yang terdapat pada sistem.



**Gambar 3.** Rangkaian Sistem Kunci Pintu Pengenalan Wajah

Berdasarkan Berdasarkan rangkaian di atas, dapat dijelaskan bahwa sistem alat pengunci pintu otomatis ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, yaitu mikrokontroler *ESP32-CAM*, modul *Relay*, *Solenoid Lock*, baterai 18650 dengan total tegangan sebesar 12V, modul *step down* DC untuk menyesuaikan tegangan, *Buzzer* sebagai alarm peringatan, *magnetic Switch* sebagai trigger penutup pintu otomatis, serta lampu *LED* sebagai indikator. Seluruh komponen ini bekerja secara sinkron untuk menjalankan fungsi keamanan pada pintu. Mikrokontroler *ESP32-CAM* memiliki sejumlah pin yang menghubungkan perangkat ini dengan komponen-komponen lainnya. Pin yang digunakan untuk mengontrol *Relay* sebagai pemicu aktifnya *solenoid lock* meliputi pin 5V, GPIO 2, dan GND. Sedangkan untuk *Buzzer* sebagai peringatan, dihubungkan melalui pin GPIO 14 dan GND. Indikator *LED* 5mm yang digunakan sebagai penanda status pengenalan wajah, masing-masing memiliki koneksi ke GND dan ke pin GPIO 13 untuk *LED* merah serta GPIO 12 untuk *LED* hijau. Terakhir, sensor *magnetic switch* yang berfungsi mendeteksi kondisi pintu terhubung ke pin GPIO 15 dan GND. Kombinasi rangkaian ini membentuk sistem penguncian otomatis yang cerdas dan efisien untuk meningkatkan keamanan rumah atau ruangan tertentu.

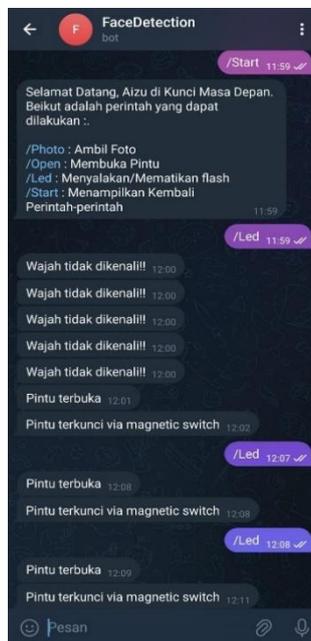
#### Hasil

Setelah menganalisis dan merancang ilustrasi alat yang akan dibuat, selanjutnya pengujian komponen, pengujian perintah telegram dan pengujian deteksi wajah. Pengujian komponen akan dilakukan pada setiap komponen yang digunakan terdiri dari *ESP32-CAM*, *solenoid lock*, *relay*, lampu *LED* merah dan hijau, *buzzer*, *magnetic switch*, *step down dc*, dan baterai 18650.

- ESP32-CAM* → Bekerja dengan baik
- Solenoid lock* → Bekerja dengan baik
- Relay* → Bekerja dengan baik
- Lampu *LED* merah & hijau → Bekerja dengan baik
- Buzzer* → Bekerja dengan baik
- Magnetic Switch* → Bekerja dengan baik
- Step Down dc* → Bekerja dengan baik
- Baterai 18650 (12Volt) → Bekerja dengan baik

Berdasarkan hasil pengujian komponen yang dilakukan ini menunjukkan kinerja yang baik dan berfungsi sesuai dengan fungsinya masing-masing. Mikrokontroler *ESP32-CAM* berhasil menyala dan terhubung dengan sistem tanpa kendala, serta mampu memproses perintah dan mendeteksi wajah secara akurat. Komponen *solenoid lock* bekerja dengan baik saat menerima sinyal dari *relay*, yang juga menunjukkan performa stabil dalam mengalirkan arus ke kunci elektrik. Lampu *LED* merah dan hijau menyala dengan baik, *Buzzer* juga berfungsi dengan baik sebagai alat peringatan. Sensor *magnetic switch* merespon perubahan kondisi dengan baik dalam memberikan sinyal. Modul *step down DC* mampu menurunkan tegangan dari baterai 18650 dengan stabil ke 5V untuk mendukung kebutuhan daya perangkat. Sementara itu, baterai 18650 dengan tegangan 12V juga menunjukkan performa optimal dalam menyediakan sumber daya selama pengujian berlangsung.

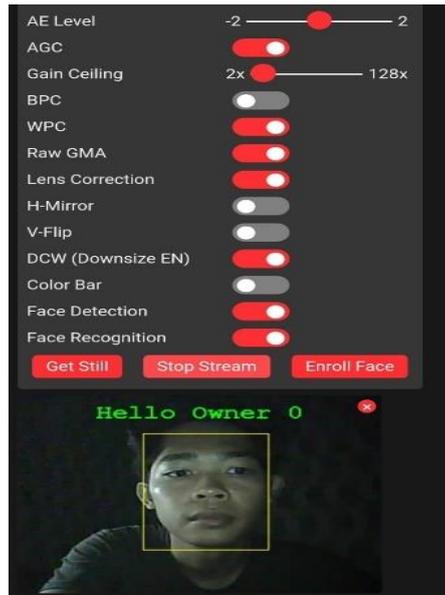
Hasil prototipe pada alat sistem kunci pintu berbasis iot menggunakan *ESP32-CAM* dengan pengenalan wajah dapat dilakukan pengujian pada fungsi setiap fitur dan fungsi yang ada. Pengujian pertama yaitu Pengujian fungsi pada Telegram untuk memastikan dapat terhubung dengan mikrokontroler *ESP32-CAM* dan melaksanakan perintah sesuai dengan rancangan.



**Gambar 4.** Tangkapan Layar Telegram

Hasil pengujian pada aplikasi telegram pada gambar 4. bahwa sistem mampu merespons berbagai perintah yang dikirimkan melalui bot *Telegram* dengan baik. Saat perintah */Start* dikirimkan, sistem menampilkan daftar perintah yang dapat digunakan oleh pengguna, seperti */Photo*, */Open*, */Led*, dan */Start* kembali untuk menampilkan daftar. Perintah yang dikirimkan secara berulang dalam waktu berbeda tetap mendapatkan respon yang konsisten antara sistem *ESP32-CAM* dan bot *Telegram* berjalan lancar dan stabil. Secara keseluruhan, pengujian perintah *Telegram* menunjukkan bahwa fungsi kontrol jarak jauh melalui aplikasi berjalan dengan baik dan dapat diandalkan dalam sistem pengunci pintu otomatis.

Setelah pengujian komunikasi telegram, pengujian akhir yaitu pengujian fungsi deteksi wajah dan pengenalan wajah yang menjadi fungsi utama pada rancangan alat ini.



**Gambar 5.** Tangkapan Layar Pendeteksi Wajah Dan Pengenalan Wajah

Pada gambar 5. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa pendehasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa pendeteksi wajah (*face detection*) dan pengenalan wajah (*face recognition*) pada sistem bekerja dengan baik. Sistem berhasil mendeteksi wajah yang berada di depan kamera, ditandai dengan kotak berwarna kuning yang mengelilingi wajah, serta menampilkan tulisan “*Hello Owner 0*” sebagai tanda bahwa wajah telah dikenali dan sesuai dengan data yang telah disimpan sebelumnya melalui proses *Enroll Face*. Hal ini menunjukkan bahwa fitur pengenalan wajah mampu mengenali pengguna yang terdaftar secara akurat. Selain itu, seluruh pengaturan kamera seperti *AWB Gain*, *AEC Sensor*, *Face Detection*, dan *Face Recognition* telah diaktifkan agar sistem dapat berfungsi optimal dalam mendeteksi dan mengenali wajah di berbagai kondisi pencahayaan. Dengan keberhasilan ini, dapat disimpulkan bahwa sistem pengunci pintu otomatis berbasis *ESP32-CAM* telah mampu menjalankan fungsinya dalam mendeteksi dan mengenali wajah pengguna dengan baik, serta dapat memberikan kontrol akses secara aman dan efisien.



**Gambar 6.** Hasil Akhir Alat

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Jarak Deteksi Wajah

Jarak	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
5 cm		✓
10 cm	✓	
15 cm	✓	
20 cm	✓	
25 cm	✓	
30 cm		✓

Pada tabel 1. Dapat dipastikan jarak yang optimal agar wajah dapat dideteksi dari depan kamera *ESP32-CAM* yaitu dari 10cm sampai dengan 25cm. Namun tergantung pada pencahayaan yang ada, jarak deteksi dapat berubah sesuai dengan pencahayaannya.

## KESIMPULAN

Pada kegiatan penelitian ini, peneliti berhasil merancang alat prototipe sistem kunci pintu berbasis iot menggunakan *ESP32-CAM* dengan pengenalan wajah. Sistem bekerja sesuai dengan yang direncanakan yaitu bila wajah terdeteksi dan mengenali wajah maka pintu akan terbuka dan sebaliknya jika wajah tidak dikenali maka buzzer akan menyala sebagai peringatan. Setiap status solenoid lock tertutup atau terkunci, *ESP32-CAM* akan mengirimkan data ke telegram dalam bentuk notifikasi atau chat bot. Telegram pun dapat digunakan sebagai remot pengendali jarak jauh selama hp dapat terhubung dengan jaringan.

## Ucapan Terima Kasih

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga, teman-teman, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan bantuan secara langsung maupun tidak langsung. Semoga jurnal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi bahan referensi untuk pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi dan sistem keamanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akkiseti, N. S. (2022). Door Lock System Based On Face Recognition Using Arduino. Available at SSRN 4236516.
- Aldawira, C. R., Putra, H. W., Hanafiah, N., Surjarwo, S., & Wibisurya, A. (2019). Door Security System For Home Monitoring Based On ESP32. *Procedia Computer Science*, 157, 673–682.
- Bagchi, T., Mahapatra, A., Yadav, D., Mishra, D., Pandey, A., Chandrasekhar, P., & Kumar, A. (2022). Intelligent Security System Based On Face Recognition And IoT. *Materials Today: Proceedings*, 62, 2133–2137.
- Baretina, C., Listiana, R., & Damayanti, E. (2021). Rancang Bangun Sistem Smart Door Lock Menggunakan Deteksi Wajah. *Journal of Informatics and Electronics Engineering*, 1(2), 42–48.
- Diantoro, K., Rohman, A., Juwari, J., & Ratuwulan, A. (2023). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Dengan Face Recognition Menggunakan *ESP32-CAM*. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis (JUNSIBI)*, 4(2), 150–156.
- Fadly, E., Wibowo, S. A., & Sasmito, A. P. (2021). Sistem Keamanan Pintu Kamar Kos Menggunakan Face Recognition Dengan Telegram Sebagai Media Monitoring Dan Controlling. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 435–442.
- Geraldi, R. (2024). Rancang Bangun Kemanan Rumah Menggunakan Botfather Telegram. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 10(2), 119–128.
- Hasan, M. A., & Turnandes, Y. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Ganda Menggunakan Password Dan Sidik Jari Berbasis Internet of Things (IoT). *SEMASTER: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Ilmu Komputer*, 3(1), 221–237.

- Muhammad Faris, A. (2023). Analisis Face Recognition Untuk Sistem Keamanan Pintu Otomatis Berbasis IoT.
- Muwardi, R., & Adisaputro, R. R. (2021). Design Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Face Detection. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 120–128.
- Risdhayanti, A. D., Murtono, A., Wahono, W. T., & Ghaly, M. A. J. A. G. (2024). Kunci Pintu Otomatis Menggunakan ESP32 CAM. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 11(3), 814–825.
- Syafutra, H., Aziz, T. M. N., Novianty, I., Irmansyah, I., Chusnu, M., & Prayoga, D. (2024). Implementasi Sistem Keamanan Pintu Otomatis Berbasis Face Recognition Di Proactive Robotic: Integrasi ESP32-CAM Dan Telegram. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 4(2), 65–74.