

RANCANG BANGUN KEAMANAN PINTU OTOMATIS MENGUNAKAN FACE RECOGNITION BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Ansgarius Iwan Fatin¹, Menhya Snae², Petrus Katemba³

^{1,2,3}STIKOM Uyelindo Kupang

ansgariusfatin@gmail.com¹, menhyasnae@gmail.com², petruskatemba@gmail.com³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem keamanan pintu otomatis menggunakan teknologi face recognition berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dikembangkan untuk meningkatkan keamanan akses pintu dengan memanfaatkan identifikasi biometrik wajah yang lebih praktis dan aman dibandingkan metode konvensional. Perangkat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah modul ESP32-CAM yang berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus kamera untuk mendeteksi dan mengenali wajah pengguna. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem yang mencakup perangkat keras dan perangkat lunak, proses implementasi, serta pengujian sistem menggunakan metode black box testing. Sistem bekerja dengan cara mendeteksi wajah yang berada di depan kamera, kemudian melakukan proses pencocokan dengan data wajah yang telah tersimpan. Jika wajah dikenali, maka sistem akan mengaktifkan relay untuk membuka solenoid door lock secara otomatis. Sebaliknya, jika wajah tidak dikenali, sistem akan menolak akses dan mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui aplikasi Telegram secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah yang telah terdaftar dengan baik, mengontrol mekanisme buka-tutup pintu secara otomatis, serta mengirimkan notifikasi dengan waktu respon rata-rata sekitar 2–3 detik. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan keamanan pintu secara efektif, meminimalisir risiko akses oleh pihak yang tidak berwenang, serta memberikan kemudahan monitoring melalui teknologi IoT.

Kata Kunci: ESP32-CAM, *Face Recognition*, IOT, Otomatisasi, Sistem Keamananpintu.

ABSTRACT

This research aims to design and build an automatic door security system using Internet of Things (IoT)-based facial recognition technology. This system was developed to improve door access security by utilizing facial biometric identification, which is more practical and secure than conventional methods. The main device used in this research is the ESP32-CAM module, which functions as a microcontroller and camera to detect and recognize the user's face. The

research method used includes data collection through observation, interviews, and literature studies, followed by system design that includes hardware and software, implementation processes, and system testing using the black box testing method. The system works by detecting faces in front of the camera, then performing a matching process with stored facial data. If the face is recognized, the system will activate a relay to automatically open the door lock solenoid. Conversely, if the face is not recognized, the system will deny access and send a warning notification to the user via the Telegram application in real time. The results show that the system is able to recognize registered faces well, control the door opening and closing mechanism automatically, and send notifications with an average response time of around 2–3 seconds. Thus, this system can effectively improve door security, minimize the risk of unauthorized access, and facilitate monitoring through IoT technology.

Keywords: *Role Of PAI Teacher; Information And Communication Technology, Learning Achievement.*

A. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi khususnya dibidang komputerisasi dan elektronika saat ini sangat pesat. Keamanan sebuah ruangan menjadi faktor penting dalam mengamankan barang-barang berharga dan dokumen-dokumen penting tersebut(Mahfudh et al., 2021.). Lemahnya sistem keamanan pada ruangan tempat menyimpan barang tersebut memberikan peluang dan kesempatan kepada orang lain yang tidak berhak mengambil barang-barang tersebut(Safitri, 2022). Sejumlah sistem pengaman modern telah diciptakan antara lain dengan menggunakan *fingerprnt* sensor pada *handle* pintu, atau dengan sistem suara Selama ini sistem membuka kunci pintu pada umumnya menggunakan kontrol akses fisik, seperti penggunaan tombol dan kartu. Oleh sebab itu diperlukan sistem pengamanan pembukaan kunci otomatis menggunakan metode yang dapat menjadi inovatif untuk mencegah tingkat pencurian pada rumah mengingat tingginya tingkat kriminalitas saat ini dan solusi sistem pembukaan kunci konvensional tanpa menggunakan kontrol akses fisik (Sitorus et al., 2022). Tujuan penelitian ini untuk pengamanan pembukaan kunci otomatis menggunakan metode yang dapat menjadi inovatif untuk mencegah tingkat pencurian pada rumah mengingat tingginya tingkat kriminalitas saat ini dan solusi sistem pembukaan kunci konvensional tanpa menggunakan kontrol akses fisik.

Pengenalan Wajah (*Face recognition*) adalah proses identifikasi manusia dengan menggunakan gambaran raut wajah. Ada banyak perangkat untuk mengidentifikasi gambaran raut wajah manusia (Fadly et al., 2021). Namun dalam perancangan sistem ini penulis menggunakan modul ESP32-CAM sebagai alat pengenalan wajah sekaligus mikrokontroler.

ESP32-CAM merupakan modul lengkap dengan mikrokontroler terintegrasi, yang dapat membuatnya bekerja secara mandiri. Selain konektivitas *WiFi* dan *Bluetooth*, modul ini juga memiliki kamera video terintegrasi, dan slot *microSD* untuk penyimpanan (Wahyudi & Edidas, 2022).

ESP32-CAM digunakan sebagai controller untuk melakukan pengenalan wajah pemilik rumah. Untuk media monitoring digunakan aplikasi telegram yang akan mengirim pesan berupa *capture* gambar ketika terdapat seseorang yang ingin memasuki rumah. Dari hal ini kita dapat mengantisipasi siapa saja orang yang tidak di kenal yang ingin memasuki pintu rumah. Manfaat dari penelitian ini memberikan pengamanan lebih pada pintu yang memang membutuhkan sistem pengaman khusus dan menghindari terjadinya kehilangan kunci yang dapat menyebabkan pintu tidak dapat dibuka. Serta berguna untuk mencegah tingkat pencurian dan bisa mengetahui siapa saja yang mencoba mengakses pintu tersebut mengingat tingginya tingkat kriminalitas saat ini.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem pintu otomatis yang aman dan efisien menggunakan teknologi *face recognition* berbasis IOT?
2. Bagaimana cara kerja *face recognition* agar bisa diterapkan sebagai sistem keamanan?
3. Bagaimana merancang arsitektur sistem keamanan pintu otomatis yang menggabungkan modul ESP32-CAM dengan algoritma *face recognition* dan konektivitas IOT?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sistem keamanan yang mudah dan praktis untuk diakses.
2. Mengetahui cara kerja ESP32-CAM melalui *face recognition* sebagai sistem keamanan.
3. Untuk mengembangkan algoritma *face recognition* berakurat dan cepat untuk memastikan keamanan optimal.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pembuatan keamanan sistem akses buka pintu dengan *face recognition* berbasis IOT yaitu:

1. Manfaat bagi Kampus

- Menambah refrensi tentang kontrol sistem pada perpustakaan STIKOMUyelindo Kupang.
2. Manfaat bagi masyarakat
 - a. Untuk meminimalisir tingkat kejahatan yang sering terjadi di masyarakat.
 - b. Memberikan rasa aman kepada masyarakat tentang keamanan rumah.
 3. Manfaat bagi Mahasiswa
Menambah ilmu pengetahuan ESP32-CAM dan metode *face recognition* .

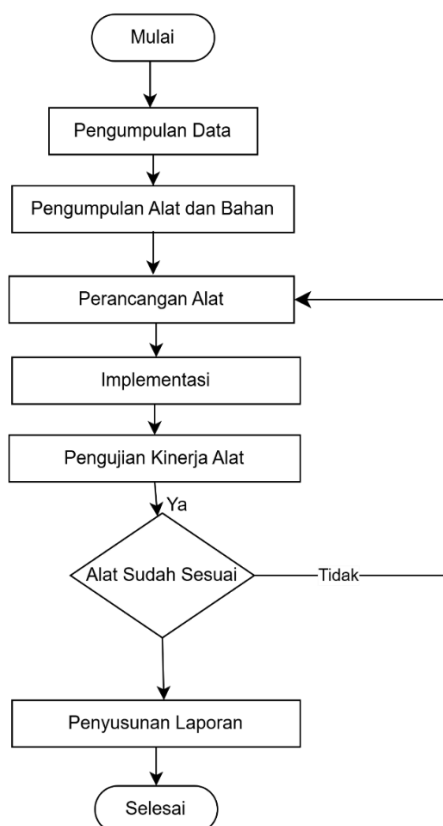
Ruang lingkup Penelitian

Agar tidak meluas dari maksud dan tujuan yang ada maka dibatasi pada:

1. Mengenal wajah hanya tampak dari depan.
2. Sistem hanya mendeteksi wajah asli tanpa penghalang.
3. Sistem dibuat menggunakan sensor kamera ESP32-CAM.

B. METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian



Gambar Prosedur Penelitian

Gambar di atas merupakan alur proses penelitian yang dimulai dari pengumpulan informasi sebagai bahan pendukung, dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras dan lunak, implementasi, pengujian, evaluasi, hingga menghasilkan alat yang diinginkan.

1. Pengumpulan Data

Tahap ini meliputi observasi, wawancara, dan studi referensi. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan dan kebutuhan pengguna, wawancara untuk memperdalam informasi dari pihak terkait, serta studi referensi untuk memperoleh acuan dari buku dan *internet*.

2. Pengumpulan Alat dan Bahan

Peneliti mengumpulkan seluruh komponen yang dibutuhkan seperti *ESP32-CAM*, *solenoid door lock*, *breadboard*, *relay modul*, kabel *jumper*, serta *software* pendukung.

3. Perancangan Alat

Tahap ini meliputi penyusunan rangkaian alat dan perancangan sistem, baik skema elektronik maupun algoritma *face recognition*.

4. Implementasi

Semua komponen dirakit menjadi satu kesatuan sistem, kemudian dilakukan pemrograman *face recognition* dan integrasi dengan sistem IoT.

5. Pengujian Kinerja Alat

Sistem diuji untuk mengetahui kinerjanya. Jika belum berfungsi dengan baik, dilakukan perbaikan; jika sudah sesuai, maka pengujian dianggap berhasil.

6. Evaluasi (Keputusan)

Jika hasil pengujian sesuai, proses dilanjutkan ke penyusunan laporan. Jika tidak, dilakukan perbaikan pada tahap perancangan atau implementasi.

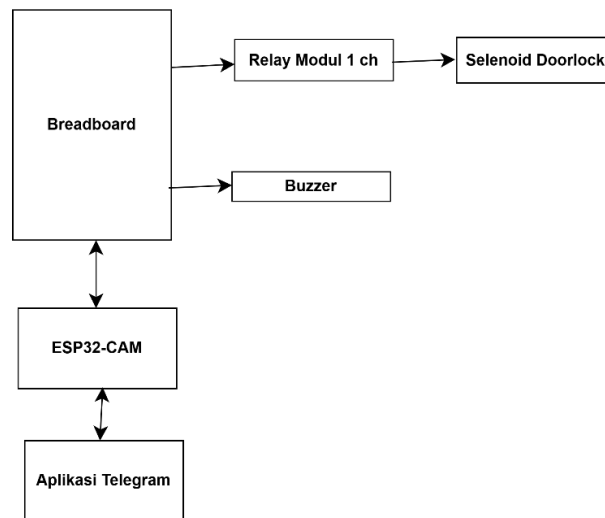
7. Penyusunan Laporan

Seluruh hasil penelitian disusun dalam bentuk laporan sebagai dokumentasi dan referensi untuk penelitian selanjutnya.

Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem, disusun diagram blok untuk menggambarkan alur kerja dan hubungan antar komponen, serta skematik rangkaian sebagai representasi teknis dari koneksi perangkat keras. Kedua rancangan ini berperan penting dalam memastikan integrasi antar modul berjalan sesuai fungsi yang diharapkan. Perancangan dilakukan secara sistematis agar proses implementasi dan pengujian dapat berlangsung lebih terarah, efisien, dan akurat.

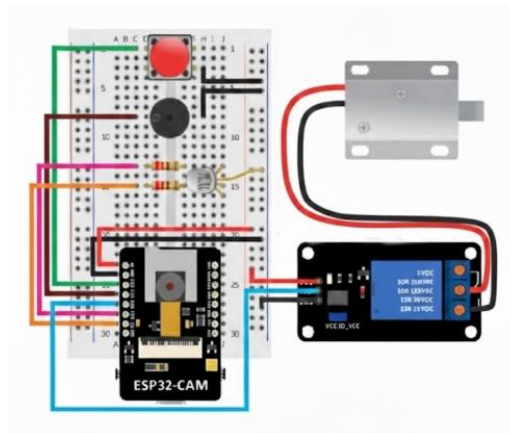
Diagram Blok



Gambar Diagram Blok

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa sistem terdiri dari tiga bagian utama yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Pada bagian *input*, ESP32-CAM berfungsi sebagai perangkat utama untuk mendeteksi wajah pengguna dengan menangkap citra melalui kamera, serta aplikasi Telegram sebagai *input* tambahan untuk menerima maupun memberikan informasi. Pada bagian *proses*, ESP32-CAM tidak hanya menerima *input* tetapi juga mengolah citra wajah menggunakan algoritma *face recognition*, sementara *breadboard* berfungsi sebagai media penghubung antar komponen agar sistem dapat bekerja secara terintegrasi. Sedangkan pada bagian *output*, *relay modul 1 channel* berperan sebagai pengendali arus untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *solenoid door lock*, *solenoid door lock* berfungsi sebagai aktuator untuk membuka dan mengunci pintu secara otomatis, serta aplikasi Telegram digunakan untuk mengirimkan notifikasi kepada pengguna terkait aktivitas sistem seperti status pintu atau deteksi wajah.

Skematik Rangkaian



Gambar Skematik Rangkaian

Gambar di atas menunjukkan skematik rangkaian sistem keamanan pintu otomatis berbasis Face Recognition menggunakan ESP32-CAM, di mana sistem ini dirancang untuk memberikan keamanan pintu secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) dan komunikasi berbasis *Internet of Things (IoT)*. ESP32-CAM berperan sebagai pusat kendali utama yang dilengkapi kamera untuk menangkap dan memproses citra wajah pengguna berdasarkan data yang telah tersimpan, sehingga jika wajah terdeteksi sesuai dengan data yang terotorisasi maka sistem akan membuka pintu melalui modul relay yang terhubung dengan kunci pintu elektrik (*solenoid door lock*), serta mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram menggunakan koneksi *Wi-Fi* ketika terjadi aktivitas pembukaan pintu atau percobaan akses yang tidak dikenali.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

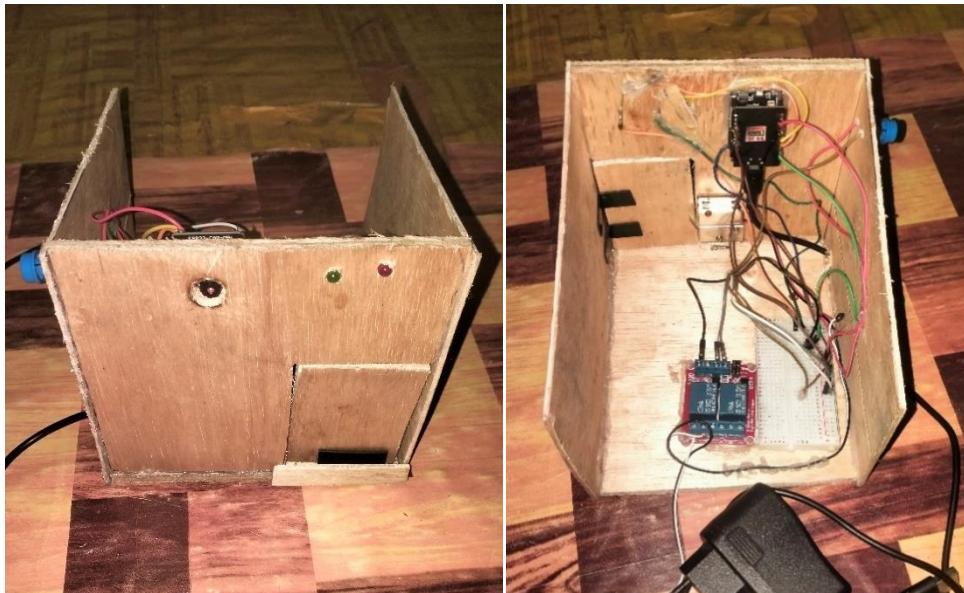
Implementasi Sistem

Implementasi sistem keamanan pintu otomatis berbasis *face recognition* pada penelitian ini dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung sehingga dapat menghasilkan sistem keamanan pintu yang bekerja secara otomatis dan efisien. Perangkat utama yang digunakan dalam sistem ini adalah modul ESP32-CAM yang berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus kamera untuk melakukan proses pendeteksian dan pengenalan wajah pengguna. Sistem ini juga dilengkapi dengan komponen pendukung berupa relay sebagai pengontrol arus listrik serta *solenoid door lock* yang berfungsi sebagai pengunci pintu elektronik.

Pada tahap implementasi, wajah pengguna terlebih dahulu didaftarkan ke dalam sistem sebagai basis data yang akan digunakan dalam proses pengenalan wajah. Kamera pada ESP32-CAM akan secara terus-menerus melakukan pemantauan terhadap area di depan pintu untuk mendeteksi keberadaan wajah. Ketika kamera mendeteksi adanya wajah, sistem akan melakukan proses pengolahan citra dan membandingkan wajah tersebut dengan data wajah yang telah tersimpan sebelumnya.

Apabila wajah yang terdeteksi sesuai dengan data yang telah terdaftar, maka sistem akan mengaktifkan *solenoid door lock* melalui relay sehingga kunci pintu terbuka secara otomatis. Setelah kunci pintu terbuka, pengguna dapat membuka pintu secara manual. Selain itu, sistem juga terhubung dengan jaringan internet sehingga mampu mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Telegram sebagai bentuk pemantauan aktivitas akses pintu secara *real-time*.

Dengan demikian, implementasi sistem ini diharapkan mampu meningkatkan keamanan akses pintu dengan memanfaatkan teknologi pengenalan wajah dan konsep *Internet of Things* (IoT).



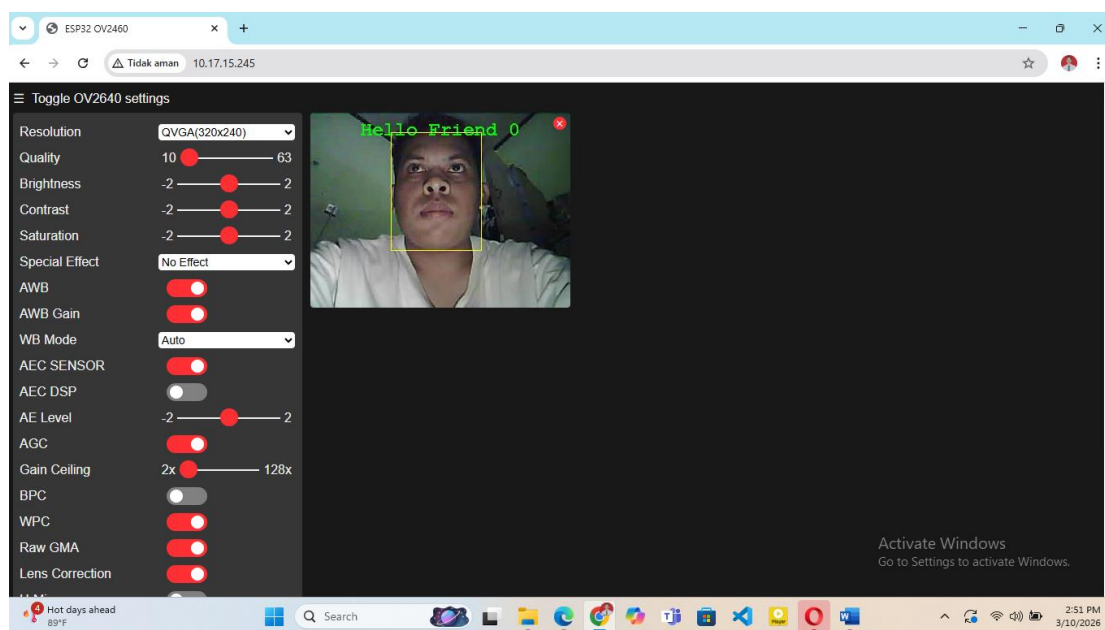
Gambar Bentuk Mekanik Alat

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dan tingkat keberhasilan sistem keamanan pintu otomatis yang telah dirancang. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian fungsional atau *black box testing* yang berfokus pada

pengujian fungsi sistem tanpa melihat struktur internal dari program yang digunakan. Proses pengujian dilakukan dengan beberapa skenario pengujian, antara lain pengujian deteksi wajah yang telah terdaftar dalam sistem, pengujian wajah yang tidak terdaftar, pengujian mekanisme pembukaan kunci pintu menggunakan *solenoid door lock*, serta pengujian pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram. Pada proses pengujian pertama dilakukan pendeteksian wajah yang telah terdaftar pada sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah tersebut dan secara otomatis membuka kunci pintu melalui *solenoid door lock*. Pada pengujian kedua digunakan wajah yang tidak terdaftar dalam sistem, dan hasilnya sistem tidak memberikan akses pembukaan kunci pintu sehingga pintu tetap dalam kondisi terkunci. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap pengiriman notifikasi Telegram untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan informasi kepada pengguna ketika terjadi aktivitas pada pintu. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat dan mampu menjalankan fungsi keamanan pintu dengan baik.

PengujianESP32-CAM



Gambar 11. Tampilan fitur *webservice ESP32-CA*

Gambar diatas merupakan tampilan halaman *webservice ESP32-CAM* yang digunakan untuk proses pendaftaran wajah pada sistem pengenalan wajah. Halaman *webservice* ini dapat

diakses melalui browser dengan menggunakan alamat IP yang diperoleh oleh ESP32-CAM setelah perangkat berhasil terhubung dengan jaringan WiFi. Pada tampilan tersebut terdapat *fitur live streaming* kamera yang menampilkan gambar secara real-time dari kamera ESP32-CAM sehingga pengguna dapat melihat secara langsung objek atau wajah yang berada di depan kamera. Fitur ini memudahkan pengguna dalam melakukan proses pendaftaran wajah dengan cara mengarahkan wajah ke kamera agar dapat terdeteksi oleh sistem. Selain itu pada halaman *webserver* juga tersedia beberapa tombol kontrol yang digunakan untuk mendeteksi wajah serta melakukan pendaftaran wajah baru ke dalam sistem. Setelah wajah berhasil terdeteksi, sistem akan menyimpan data wajah tersebut ke dalam memori perangkat sebagai basis data pengenalan wajah. Data wajah yang telah tersimpan kemudian akan digunakan oleh sistem untuk melakukan proses pencocokan wajah ketika seseorang berada di depan pintu. Dengan adanya fitur pendaftaran wajah pada halaman *webserver* ini, pengguna dapat mengelola data wajah dengan lebih mudah sebagai bagian dari sistem keamanan pintu otomatis menggunakan *Face Recognition*.

Tabel Hasil Pengujian *Face Recognition*

No	Pengguna	Status Wajah	Hasil Deteksi	Kondisi Pintu
1	Wajah 1	Terdaftar	Terdeteksi	Terbuka
2	Wajah 1	Terdaftar	Terdeteksi	Terbuka
3	Wajah 2	Tidak Terdaftar	Tidak Terdeteksi	Terkunci
4	Wajah 2	Tidak Terdaftar	Tidak Terdeteksi	Terkunci

Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengirimkan informasi kepada pengguna mengenai kondisi akses pintu secara *real-time* melalui aplikasi Telegram. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa skenario, yaitu pendeteksian wajah terdaftar, wajah tidak terdaftar, serta pengujian perintah manual melalui Telegram..

1. Pengujian Notifikasi Wajah Terdaftar

Pada pengujian ini digunakan wajah yang telah terdaftar pada sistem. Ketika kamera ESP32-CAM mendeteksi wajah tersebut, sistem berhasil mengenali wajah dan secara otomatis

membuka kunci pintu melalui *solenoid door lock*. Setelah pintu terbuka, sistem kemudian mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram dengan pesan bahwa pintu terbuka dan wajah berhasil dikenali. Berdasarkan hasil pengujian, notifikasi diterima oleh pengguna dengan waktu respon sekitar 2 detik.



Gambar Tampilan Notifikasi Wajah Terdaftar

2. Pengujian Notifikasi Wajah Tidak Terdaftar

Pengujian selanjutnya dilakukan menggunakan wajah yang tidak terdaftar pada sistem. Ketika kamera mendeteksi wajah tersebut, sistem tidak memberikan akses untuk membuka pintu sehingga pintu tetap dalam kondisi terkunci. Pada saat yang sama sistem mengirimkan notifikasi peringatan ke aplikasi Telegram berupa pesan “*INTRUDER ALERT! Wajah Tidak Dikenali*”. Hasil pengujian menunjukkan bahwa notifikasi dapat diterima oleh pengguna dengan waktu respon sekitar 3 detik.



Gambar Tampilan Notifikasi Wajah Tidak Terdaftar

3. Pengujian Perintah Manual */open* Melalui Telegram

Pada pengujian ini pengguna mengirimkan perintah */open* melalui aplikasi Telegram untuk membuka pintu secara manual. Setelah perintah diterima oleh sistem, *solenoid door lock* akan aktif sehingga pintu terbuka. Sistem kemudian mengirimkan notifikasi ke Telegram sebagai konfirmasi bahwa pintu telah dibuka secara manual. Berdasarkan hasil pengujian, waktu respon sistem dalam menjalankan perintah ini sekitar 2 detik..



Gambar Tampilan Notifikasi Perintah Manual */open* Melalui Telegram

4. Pengujian Perintah Manual */close* Melalui Telegram

Pengujian terakhir dilakukan dengan mengirimkan perintah */close* melalui aplikasi Telegram untuk menutup atau mengunci pintu kembali. Setelah sistem menerima perintah tersebut, *solenoid door lock* akan kembali ke kondisi terkunci dan sistem mengirimkan notifikasi bahwa pintu telah ditutup. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menjalankan perintah ini dengan waktu respon sekitar 2 detik.



Gambar Tampilan Notifikasi Perintah Manual */close* Melalui Telegram

Tabel Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

No	Pengujian	Respon Sistem	Notifikasi Telegram	Waktu Respon
1	Wajah terdaftar	Pintu terbuka	Pintu terbuka - Wajah dikenali	2 detik

2	Wajah tidakterdaftar	Pintu terkunci	<i>INTRUDER ALERT!</i> Wajah Tidak Dikenali	3 detik
3	Perintah /open	Pintu terbuka	Pintu Dibuka Manual	2 detik
4	Perintah /close	Pintu terkunci	Pintu Ditutup	2 detik

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel diatas dapat diketahui bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram sesuai dengan kondisi yang terjadi pada sistem. Ketika wajah yang terdeteksi merupakan wajah yang telah terdaftar pada sistem, maka sistem akan membuka pintu secara otomatis dan mengirimkan notifikasi bahwa wajah berhasil dikenali. Sebaliknya, apabila sistem mendeteksi wajah yang tidak terdaftar, pintu akan tetap berada dalam kondisi terkunci dan sistem mengirimkan notifikasi peringatan melalui Telegram bahwa terdapat wajah yang tidak dikenali. Selain itu, sistem juga mampu menerima perintah manual dari pengguna melalui Telegram, seperti perintah untuk membuka dan menutup pintu. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara ESP32-CAM dan aplikasi Telegram dapat berfungsi dengan baik dalam memberikan informasi kepada pengguna mengenai kondisi akses pintu secara *real-time*.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem keamanan pintu otomatis menggunakan teknologi *face recognition* berbasis *Internet of Things (IoT)*, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem keamanan pintu otomatis berbasis *face recognition* berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan modul ESP32-CAM. Sistem ini memanfaatkan kamera yang terintegrasi pada ESP32-CAM untuk melakukan proses pendeteksian dan pengenalan wajah pengguna yang berada di depan pintu secara otomatis. Proses pengolahan citra dilakukan dengan membandingkan wajah yang terdeteksi dengan data wajah yang telah tersimpan dalam sistem sehingga sistem dapat menentukan apakah pengguna memiliki hak akses atau tidak.
2. Sistem mampu mengenali wajah yang telah terdaftar pada basis data. Berdasarkan hasil pengujian, ketika wajah yang telah didaftarkan pada sistem terdeteksi oleh kamera ESP32-CAM, sistem berhasil melakukan proses pencocokan data wajah dan memberikan akses dengan membuka kunci pintu secara otomatis melalui *solenoid door lock*. Hal ini

menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah dapat bekerja dengan baik dalam mengidentifikasi pengguna yang memiliki hak akses.

3. Sistem mampu menolak akses apabila wajah yang terdeteksi tidak terdaftar dalam sistem. Ketika kamera mendeteksi wajah yang tidak terdapat pada basis data, sistem tidak memberikan akses untuk membuka pintu sehingga pintu tetap berada dalam kondisi terkunci. Mekanisme ini menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan fungsi keamanan dengan baik dengan membatasi akses hanya kepada pengguna yang telah terdaftar.
4. Sistem berhasil mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram sebagai media monitoring. Notifikasi dikirimkan secara otomatis ketika sistem mendeteksi aktivitas pada pintu, baik ketika wajah dikenali maupun ketika wajah tidak dikenali. Dengan adanya notifikasi ini, pengguna dapat mengetahui kondisi akses pintu secara *real-time* sehingga proses pemantauan keamanan dapat dilakukan dengan lebih mudah.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan metode pengenalan wajah yang lebih kompleks sehingga tingkat akurasi sistem menjadi lebih tinggi dan mampu bekerja secara optimal pada berbagai kondisi pencahayaan.
2. Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur pengiriman gambar wajah yang terdeteksi ke aplikasi Telegram sehingga pengguna dapat mengetahui secara langsung identitas orang yang mencoba mengakses pintu.
3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan media penyimpanan berbasis *server* atau *database eksternal* agar kapasitas penyimpanan data wajah menjadi lebih besar.
4. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sensor keamanan tambahan atau metode autentikasi lain guna meningkatkan tingkat keamanan dan keandalan sistem yang dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

Fadly, E., Wibowo, S. A., & Sasmito, A. P. (2021). Sistem keamanan pintu kamar kos menggunakan face recognition dengan Telegram sebagai media monitoring dan

- controlling. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 5(2), 435–442. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada:<http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/5674>
- Handayani, T., Basuki, A., Sudiana, S., & Dirgantara, I. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu menggunakan Metode Pengenalan Wajah berbasis Internet of Things. *Avitec*, 5(1), 1. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada:<https://doi.org/10.28989/avitec.v5i1.1393>
- Harun, N., & Shamian Zainal, M. (2023). Development of Face Recognition Smart Door Lock System Using ESP32-CAM and Telegram Application As Media Control and Monitoring. *Progress in Engineering Application and Technology*, 4(2), 35–048. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.30880/peat.2023.04.02.004>
- Mahfudh, A. A., Ramadhani, S., & Fathoni, M. A. R. (2021.). Sistem keamanan ruangan berbasis Arduino Uno R3 dengan sensor PIR dan fingerprint. *Walisongo Journal of Information Technology*, 3(2), 95–106. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada:<https://doi.org/10.21580/wjit.2021.3.2.9616>
- Martani, A., & Arfiani, I. (2022). Perancangan Sistem Pintu Otomatis Menggunakan ESP32CAM. *Jurnal Teknologi Dan Komputer (JTEK)*, 2(01), 104-110. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.56923/jtek.v2i01.60>
- Pratama, D. A., & Ulum, M. B. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Dengan Face Recognition Berbasis Esp32-Cam. *Jurnal Komputasi*, 12(1), 70–78.[internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada:<https://doi.org/10.23960/komputasi.v12i1.241>
- Safitri, F. E. (2022.). Rancang bangun pengaman pintu otomatis menggunakan sidik jari (fingerprint) dan password berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(2), 425–436.[internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada:<https://doi.org/10.24036/jtein.v3i2.269>
- Singh, N., Singh, R., Kumar, R., Paliwal, S., & Srivastava, S. (2022). ESP32 CAM Face Detection Door Lock. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 9(2), 1392–1394. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada: https://www.academia.edu/download/90287986/IRJET_V9I4243.pdf
- Sitorus, F. Y., Ahmad, A., & Maryopi, D. (2022). Desain dan implementasi sistem keamanan pintu menggunakan face recognition dengan metode Fisherface. *E-Proceeding of*

Engineering, 9(4), 1885–1893. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada:
<https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.400>

Wahyudi, R., & Edidas, E. (2022). Perancang dan pembuatan sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things menggunakan ESP32-CAM. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 1135–1141. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada:
<https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.3045>

Zulfikar, R., Sukardi, S., Mukhaiyar, R., & Myori, D. E. (2023). Rancang Bangun Keamanan Pintu Otomatis Menggunakan Face Recognition Berbasis Internet Of Things (IoT). *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), 445–453. [internet]. [diakses 15 September 2025]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.385>