

SISTEM KEAMANAN PINTU DENGAN SIDIK JARI DAN PENGENAL WAJAH MENGUNAKAN ESP32 CAM

Oleh:

Muhammad Faizi Munir

Dosen Pembimbing:

Azmuri Wahyu Azinar

Progam Studi Informatika

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli, 2025

Pendahuluan

Keamanan rumah dan gedung merupakan aspek krusial dalam kehidupan modern. Seiring perkembangan teknologi, sistem keamanan konvensional seperti kunci mekanis semakin rentan terhadap pencurian atau duplikasi, mendorong adopsi teknologi berbasis Internet of Things (IoT). IoT memungkinkan interkoneksi antar benda, mendukung pengembangan sistem keamanan pintu dengan metode autentikasi biometrik seperti sidik jari dan pengenalan wajah. Modul ESP32-CAM menjadi pilihan populer dalam pengembangan sistem keamanan berbasis IoT karena mendukung transfer data via WiFi dan Bluetooth, serta memiliki kemampuan pemrosesan gambar yang baik.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan potensi penggunaan ESP32-CAM untuk deteksi wajah real-time, dan beberapa studi juga menggabungkannya dengan fitur pendeteksi gerakan atau penggunaan keypad sebagai alternatif. Namun, ditemukan kesenjangan bahwa sebagian besar sistem keamanan sebelumnya belum sepenuhnya mengimplementasikan autentikasi dua faktor secara komprehensif, dan belum memiliki fitur histori penyimpanan data akses yang dapat dipantau. Konsep autentikasi dua faktor (2FA) yang memerlukan dua bentuk identifikasi, seperti sidik jari dan pengenalan wajah, dapat secara signifikan meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko kesalahan identifikasi.

Pendahuluan

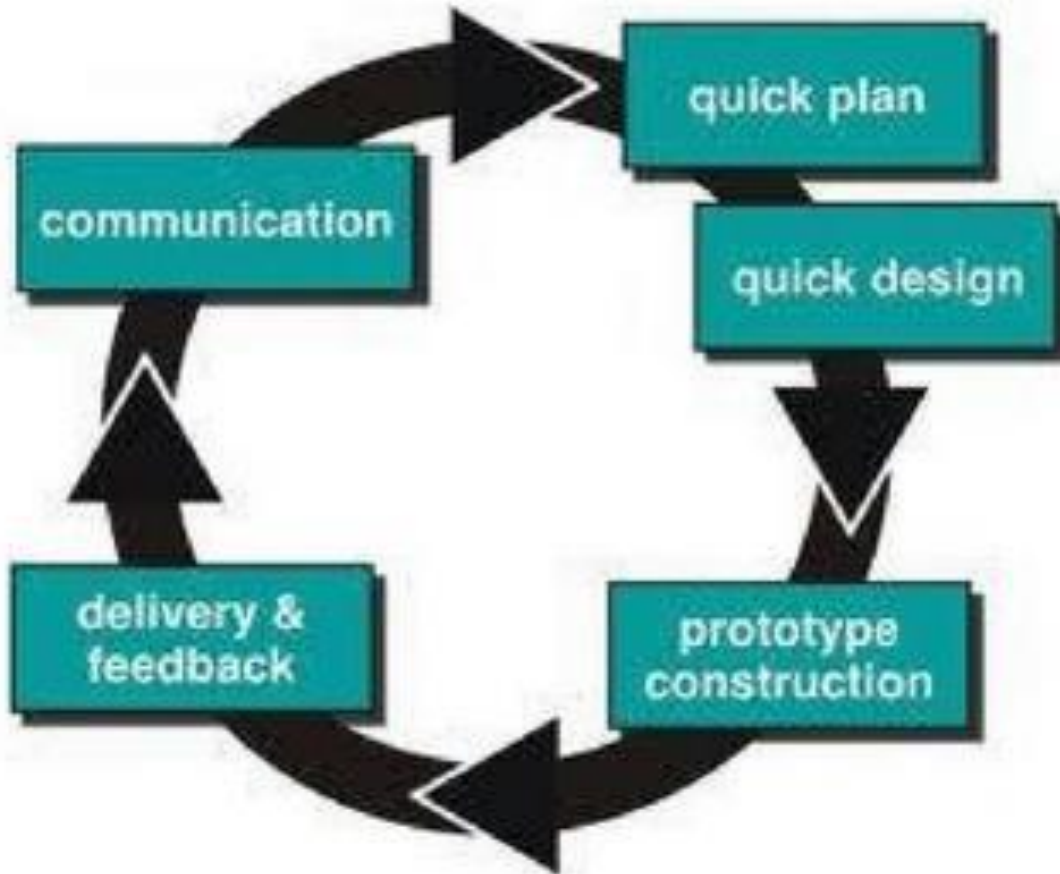
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem keamanan pintu yang menggabungkan teknologi sidik jari dan pengenalan wajah menggunakan modul ESP32-CAM. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menguji efektivitas kombinasi kedua metode autentikasi tersebut dalam meningkatkan keamanan akses pintu. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan akses masuk, serta memberikan alternatif solusi keamanan yang lebih andal dan modern dengan menyediakan fitur pemantauan histori akses.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Dari beberapa masalah yang ditemukan, peneliti merumuskan beberapa rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana merancang sistem keamanan pintu berbasis ESP32-CAM dengan fitur pengenalan wajah dan autentikasi sidik jari?
2. Bagaimana integrasi antara sistem pengenalan wajah dan sidik jari dalam satu perangkat ESP32-CAM dapat meningkatkan tingkat keamanan?

Metode



Dalam metodologi penelitian digunakan pengembangan prototipe sistem keamanan berbasis ESP32-CAM dan sensor fingerprint sebagai input kemudian tampilan LCD dan web sebagai output. Dalam metode prototipe menurut Prabowo dalam bukunya memiliki 5 tahap antara lain Communication, Quick Plan, Modelling Quick Design, Construction, Delivery & Feedback

Metode

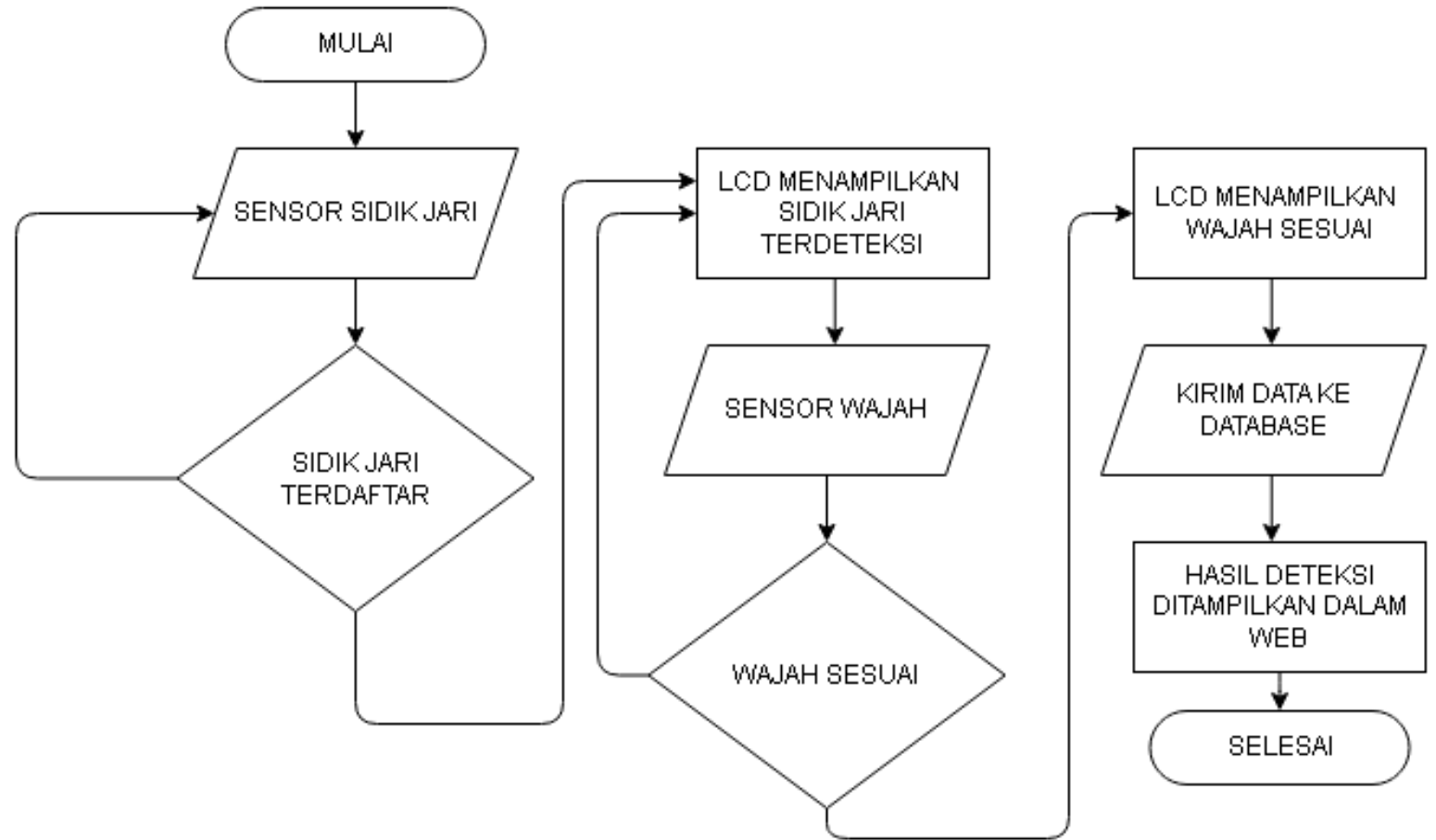
A. Communication

pada tahapan ini pengembang dan klien bertemu dan menentukan tujuan umum, kebutuhan yang diinginkan dan gambaran bagian-bagian yang akan dibutuhkan berikutnya.

Metode

B. Quick Plan

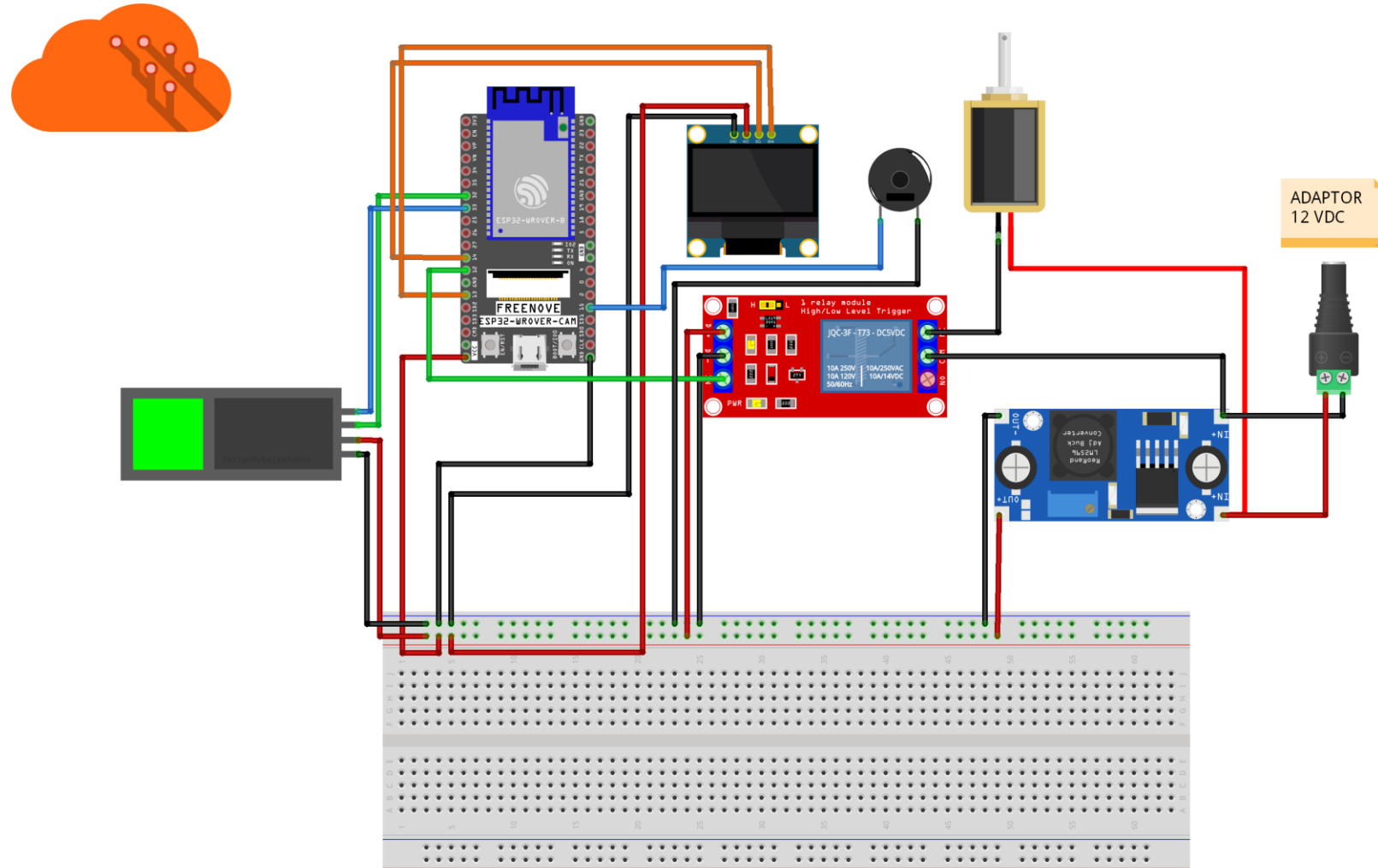
Pada tahapan ini perancangan dilakukan cepat dan mewakili semua aspek perangkat yang dibutuhkan, dan rancangan ini menjadi dasar pembuatan prototipe. Setelah melakukan komunikasi dengan klien dan juga mempersiapkan rancangan sesuai dengan permintaan dari klien. Maka peneliti menggambarkan bagaimana alur sistem keamanan pintu bekerja.



Metode

C. Modelling Quick Design

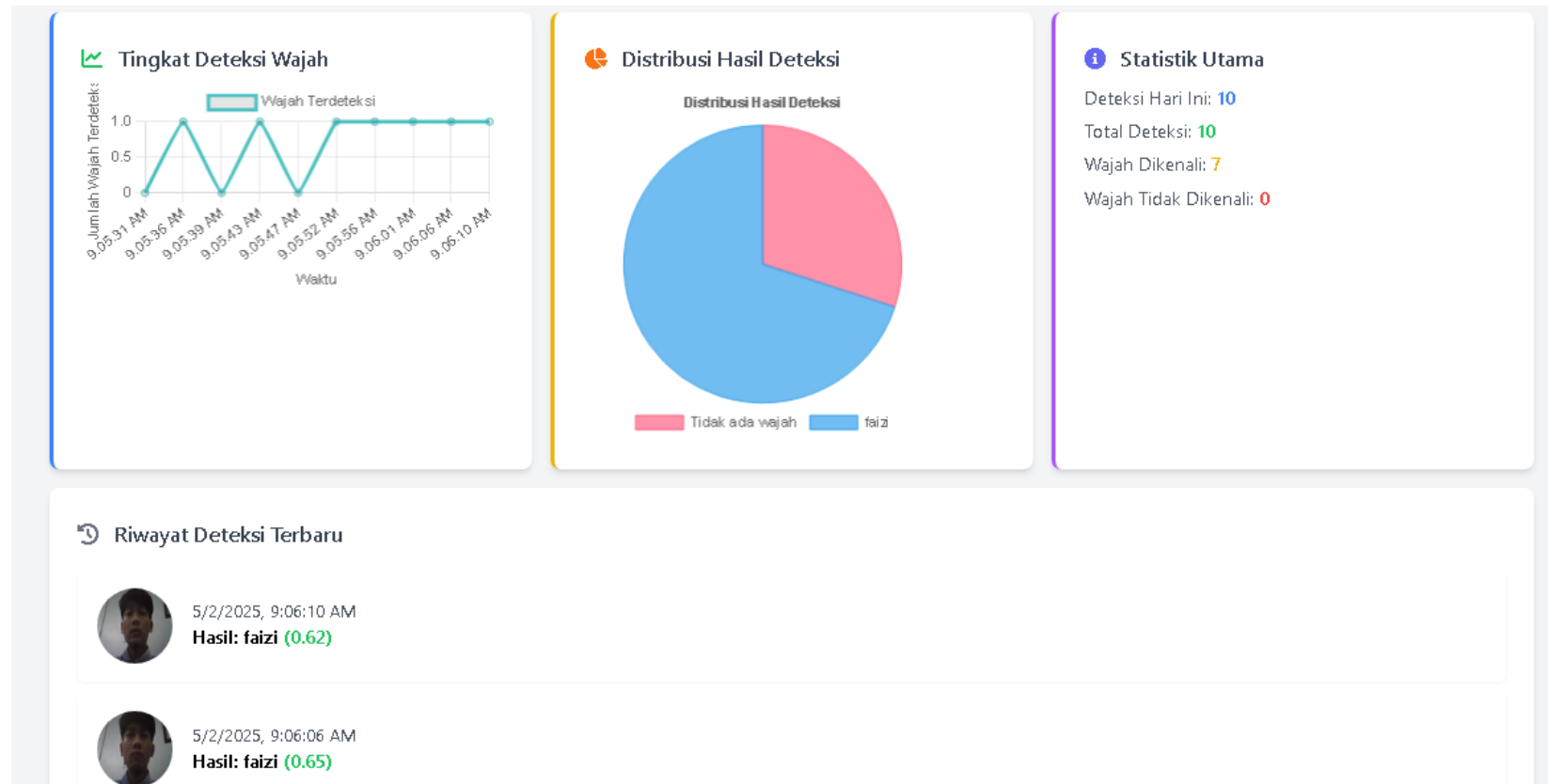
Setelah membuat rancangan quick plan sebagai landasan untuk pembuatan prototipe. Saat ini peneliti akan melakukan pembuatan modelling prototipe sesuai dengan yang dirancang dalam quick plan yang akan dibagi menjadi 2 model, yang pertama akan menggambarkan bagian dari perangkat fisik yang digunakan dapat dilihat di sebelah kanan



Metode

C. Modelling Quick Design

kedua menggambarkan tampilan web yang akan ditampilkan dapat dilihat di Gambar



Metode

D. Construction of Prototype

Pada tahap ini pengembang akan membangun kerangka atau rancangan prototipe dari hasil konsep yang sudah dijelaskan pada tahapan sebelumnya. Tahap ini adalah tahapan pembuatan prototipe secara nyata. Pada tahap pembuatan prototipe ini peneliti akan menguji akurasi dari kamera dalam mengenali wajah berdasarkan jarak orang dengan kamera.

E. Delivery & Feedback

Delivery & Feedback, prototipe yang telah dibuat oleh peneliti akan disebarakan kepada pengguna/klien untuk dievaluasi, kemudian klien akan memberikan feedback yang akan digunakan untuk merevisi kebutuhan software yang akan dibangun.

Hasil

Pada tahap Construction of Prototype, sistem keamanan pintu dengan sidik jari dan pengenalan wajah menggunakan ESP32-CAM telah berhasil diimplementasikan berdasarkan tahapan metodologi prototipe. Implementasi mencakup integrasi perangkat keras utama seperti :

- **Modul ESP32-CAM:** Berfungsi sebagai unit kontrol utama sistem, mengelola proses pengenalan wajah melalui kamera OV2640 dan berkomunikasi dengan sensor sidik jari. Modul ini juga menyediakan konektivitas Wi-Fi untuk pengiriman data ke database online.
- **Sensor Sidik Jari (AS608):** Digunakan sebagai metode autentikasi pertama untuk memverifikasi identitas pengguna berdasarkan data sidik jari yang terdaftar.
- **Solenoid Pintu:** Mekanisme pengunci pintu yang akan aktif (terbuka) secara otomatis setelah proses autentikasi ganda berhasil.
- **OLED 0,96":** Berfungsi sebagai antarmuka visual untuk menampilkan status sistem kepada pengguna (misalnya, "Sidik Jari Terdeteksi", "Wajah Sesuai", atau "Akses Ditolak").
- **Power Supply 12 VDC:** Memberikan daya listrik yang stabil untuk seluruh komponen sistem.

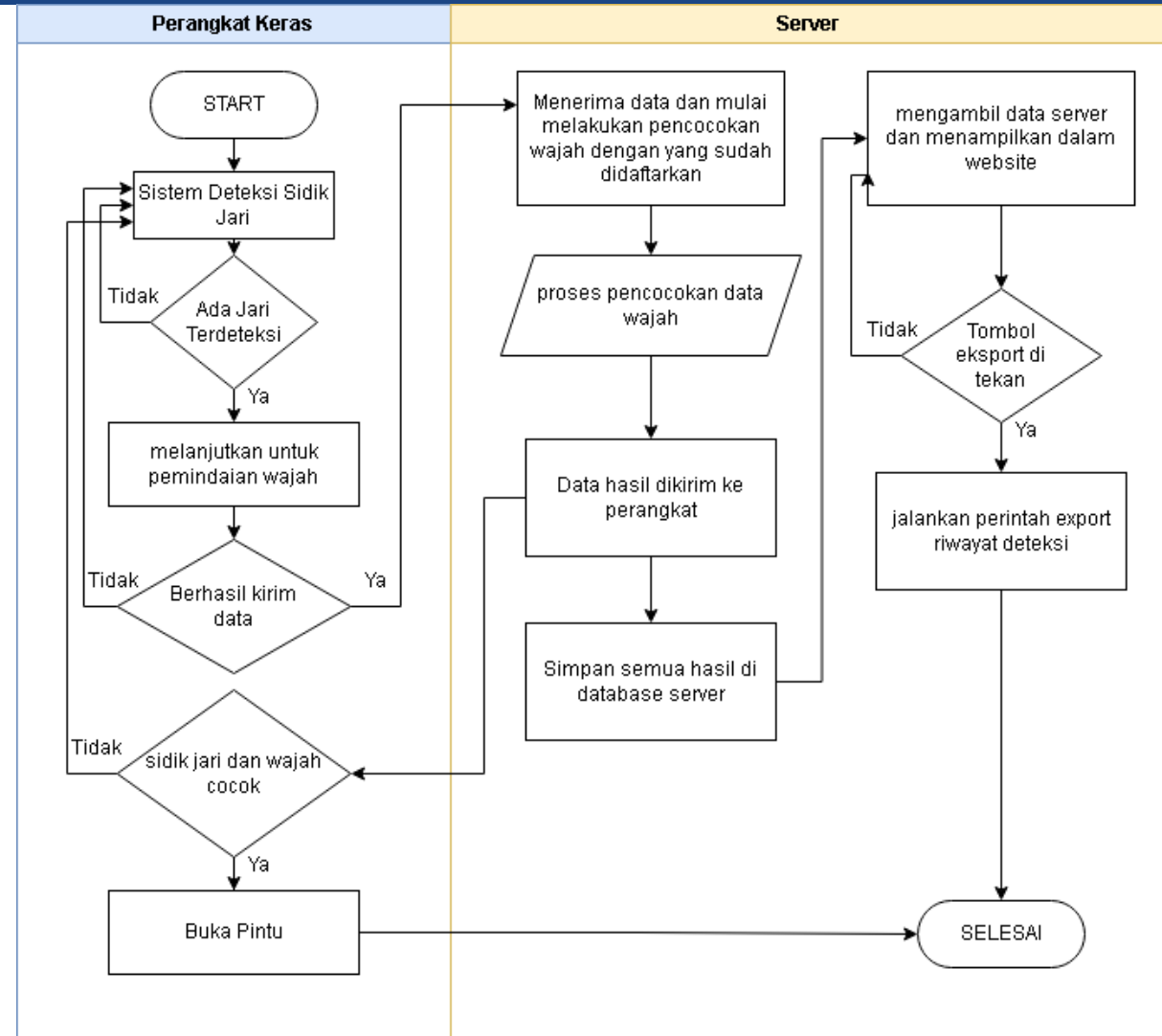
Hasil

Gambaran integrasi keseluruhan rangkaian



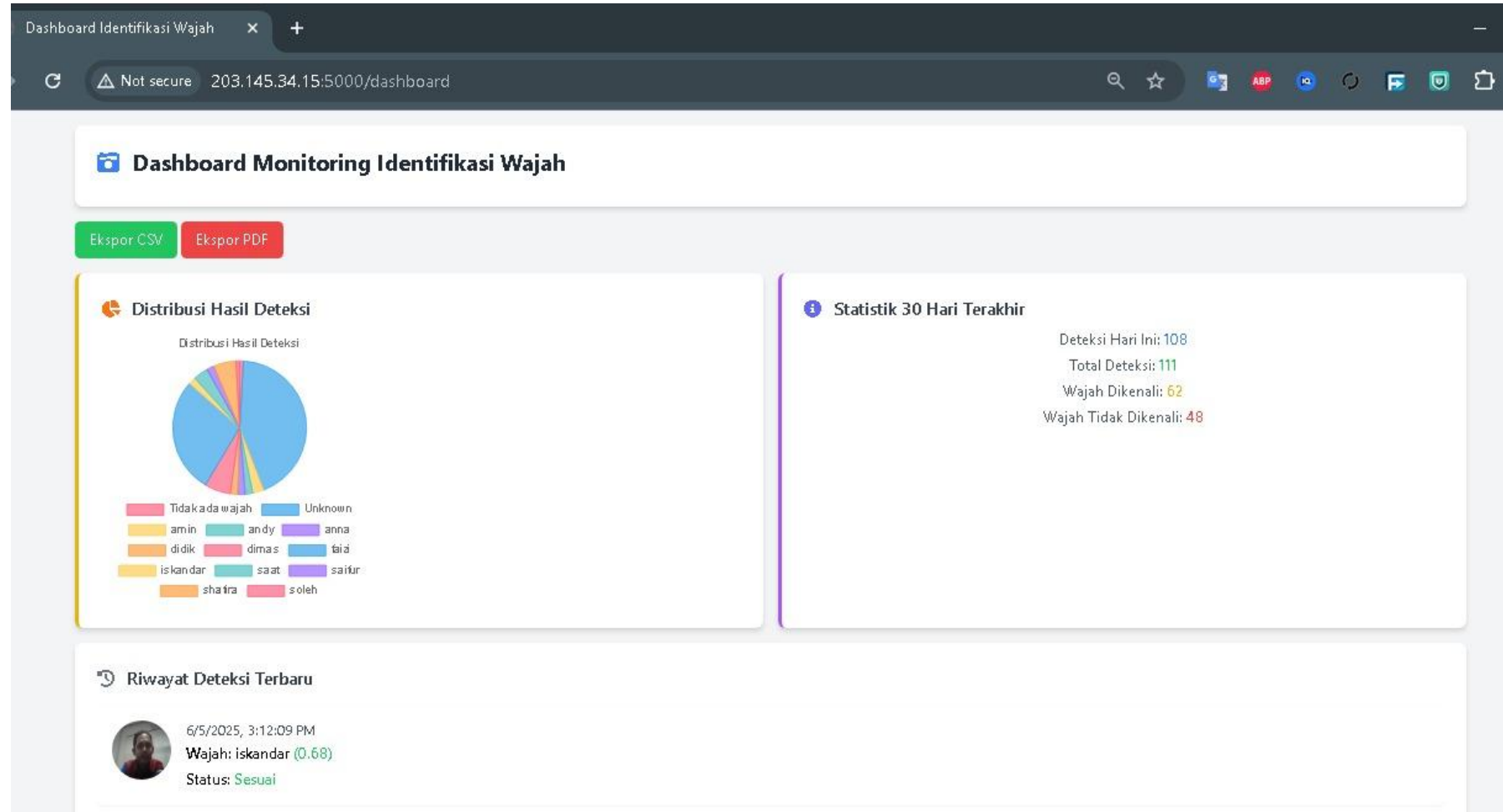
Hasil

Proses kerja sistem dimulai dengan deteksi sidik jari. Jika terdaftar, OLED menampilkan notifikasi, dan dilanjutkan dengan deteksi wajah. Apabila wajah sesuai dengan data dan pemilik sidik jari yang terdeteksi, pintu akan terbuka, dan data akses dicatat ke database untuk ditampilkan di website. Untuk alur sistem yang sudah berjalan bisa dilihat pada Gambar.










Hasil

Berikut untuk tampilan websitenya



















Hasil










Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak optimal kamera ESP32-CAM dalam mendeteksi wajah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada jarak 10 cm, deteksi wajah tidak berhasil. Namun, pada jarak 20-60 cm, wajah berhasil dideteksi dengan nama "faizi". **Rata-rata kecocokan tertinggi tercatat pada jarak 40 cm dengan nilai 69%.** Dengan demikian, jarak optimal untuk deteksi wajah berada pada rentang 40-50 cm. Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Tabel

Percobaan ke	Jarak (cm)	Hasil Gambar	(%) Kecocokan	Deteksi Nama
1			0%	Tidak Terdeteksi
2			0%	Tidak Terdeteksi
3	10		0%	Tidak Terdeteksi
4			0%	Tidak Terdeteksi
5			0%	Tidak Terdeteksi
6			56%	faizi
7			53%	faizi

Hasil








8	20		54%	faizi	14		65%	faizi
9			54%	faizi	15		67%	faizi
10			55%	faizi	16		67%	faizi
11			64%	faizi	17		70%	faizi
12	30		69%	faizi	18		69%	faizi
13			65%	faizi	19		67%	faizi
14			65%	faizi	20		70%	faizi
15			67%	faizi	21		69%	faizi

Hasil
















22			69%	faizi	27		66%	faizi
23	50		66%	faizi	28		68%	faizi
24			67%	faizi	29		66%	faizi
25			66%	faizi	30		68%	faizi
26	60		64%	faizi				

Hasil

Pengujian ini mengevaluasi fungsionalitas kombinasi sidik jari dan pengenalan wajah. Hasil pengujian pada Tabel sebelah kanan menunjukkan bahwa semua percobaan, baik ketika pemilik sidik jari dan wajah sama maupun berbeda, tercatat dengan keterangan **"Sesuai Model Percobaan"** dengan tingkat keberhasilan 100% dalam setiap model percobaan yang telah dilakukan. Ini mengindikasikan bahwa sistem berhasil melakukan proses deteksi untuk kedua metode autentikasi.

No	Model Percobaan	Deteksi Jari	Deteksi Wajah	Foto	Keterangan
1	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 1)	iskandar	iskandar		Sesuai Model Percobaan
2	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 2)	faizi	faizi		Sesuai Model Percobaan
3	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 3)	andy	andy		Sesuai Model Percobaan
4	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 4)	soleh	soleh		Sesuai Model Percobaan
5	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 5)	anna	anna		Sesuai Model Percobaan
6	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 6)	shafira	shafira		Sesuai Model Percobaan
7	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 7)	saifur	saifur		Sesuai Model Percobaan

Hasil

8	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 8)	didik	didik		Sesuai Model Percobaan	16	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 5)	anna	andy		Sesuai Model Percobaan
9	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 9)	dimas	dimas		Sesuai Model Percobaan	17	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 6)	shafira	anna		Sesuai Model Percobaan
10	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 10)	saat	saat		Sesuai Model Percobaan	18	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 7)	saifur	faizi		Sesuai Model Percobaan
11	Pemilik sidik jari dan wajah sama (orang 11)	amin	amin		Sesuai Model Percobaan	19	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 8)	didik	faizi		Sesuai Model Percobaan
12	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 1)	iskandar	saifur		Sesuai Model Percobaan	20	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 9)	dimas	faizi		Sesuai Model Percobaan
13	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 2)	faizi	didik		Sesuai Model Percobaan	21	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 10)	saat	faizi		Sesuai Model Percobaan
14	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 3)	andy	Unknown		Sesuai Model Percobaan	22	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 11)	amin	faizi		Sesuai Model Percobaan
15	Pemilik sidik jari berbeda dengan wajah (orang 4)	soleh	faizi		Sesuai Model Percobaan						

Hasil

Dari hasil pengujian dengan percobaan ke 1 - 11 yang memiliki keterangan "Sesuai Model Percobaan", menunjukkan bahwa sidik jari dan wajah sesuai dengan orang yang sama dan sistem akan memberikan hak akses masuk ke ruangan, kemudian LED akan menampilkan tulisan " jari dan wajah cocok!" dilanjut memberikan informasi siapa yang terdeteksi



Hasil

Dari hasil pengujian dengan percobaan ke 12 - 22 yang memiliki keterangan "Sesuai Model Percobaan", menunjukkan bahwa sidik jari dan wajah tidak sesuai sehingga sistem akan menolak akses masuk ke ruangan, kemudian LED akan menampilkan tulisan "jari dan wajah TIDAK cocok!"



Pembahasan

Perancangan sistem keamanan pintu berbasis ESP32-CAM dengan fitur autentikasi sidik jari dan pengenalan wajah telah berhasil diimplementasikan. Desain sistem ini, yang mengintegrasikan modul ESP32-CAM sebagai kontrol utama, sensor sidik jari, dan solenoid pintu, menjawab rumusan masalah pertama terkait perancangan sistem keamanan pintu dengan dua metode autentikasi.

Alur sistem yang berurutan, dimulai dari deteksi sidik jari kemudian deteksi wajah, menunjukkan pendekatan keamanan bertingkat. Tampilan informasi melalui OLED memberikan umpan balik instan, sementara konektivitas Wi-Fi ESP32-CAM memungkinkan pengiriman data histori ke platform monitoring berbasis web. Fitur monitoring ini merupakan nilai tambah signifikan karena mengatasi gap penelitian sebelumnya yang tidak memiliki histori penyimpanan data akses.

Pembahasan

Integrasi antara sistem sidik jari dan pengenalan wajah dalam satu perangkat ESP32-CAM berpotensi meningkatkan tingkat keamanan dibandingkan sistem satu faktor. Hasil pengujian jarak efektif kamera menunjukkan performa deteksi wajah yang cukup baik pada jarak 40-50 cm dengan persentase kecocokan hingga 70%.

Dalam skenario terdapat 2 model yakni yang pertama sidik jari dan wajah sesuai yang akhirnya sistem memberikan hak akses masuk ruangan kepada pengguna yang diperlihatkan pada percobaan ke 1 - 11 pada Tabel Pengujian 2 Autentikasi, kemudian sistem menampilkan notifikasi di OLED dengan tulisan “ jari dan wajah cocok!” dilanjut memberikan informasi siapa yang terdeteksi.

Model kedua sidik jari dan wajah mengidentifikasi individu yang berbeda yang diperlihatkan pada percobaan ke 12 - 22 pada Tabel Pengujian 2 Autentikasi, kemudian sistem akan menampilkan notifikasi di OLED dengan tulisan “jari dan wajah TIDAK cocok!”.

Temuan Penting Penelitian

- Pengembangan sistem keamanan pintu berbasis ESP32-CAM dengan fitur pengenalan wajah dan autentikasi sidik jari telah berhasil dirancang dan diimplementasikan,
- Setelah melakukan pengujian 2 autentifikasi yang dipakai memberikan hasil 100% berhasil dengan berbagai skenario yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa membuat kombinasi 2 autentifikasi sidik jari dan wajah cukup efektif untuk membedakan seseorang yang ingin melakukan akses ke sebuah ruangan dan dapat meningkatkan keamanan akses ke ruangan tersebut.
- Untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang, disarankan penambahan fitur keamanan tambahan seperti sistem alarm terintegrasi dan notifikasi real-time ke perangkat seluler saat terjadi upaya akses tidak sah, atau implementasi enkripsi data untuk histori akses.
- Pengujian ketahanan sistem dalam kondisi lingkungan yang lebih bervariasi (misalnya, pencahayaan minim atau gangguan sinyal Wi-Fi).
- Terakhir, pengembangan antarmuka pengguna website dapat ditingkatkan dengan penambahan fitur login, pencarian histori, filter berdasarkan tanggal atau nama, visualisasi data yang lebih interaktif, dan penambahan fitur pendaftaran pengguna melalui website.

Manfaat Penelitian

- Pengembangan sistem keamanan pintu berbasis ESP32-CAM dengan fitur pengenalan wajah dan autentikasi sidik jari cukup baik untuk meningkatkan keamanan sebuah ruangan.
- Sekaligus dengan sistem ini memiliki fitur untuk melihat history orang yang akses pintu, sehingga memudahkan pengelola Gedung untuk memonitor dan mengawasi siapa saja yang sedang masuk ruangan yang memakai sistem tersebut.

Referensi

1. Diki Anugrah Pratama, M. B. U., "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Dengan Face Recognition Berbasis ESP32-CAM," *Ilmu Komputer Unila Publishing Network*, vol. 12, p. 1, 2024.
2. Dimas Ricky Saputra, A. W., "Home Door Security System with Face Recognition Using ESP 32 Cam," *Journal of Applied Electrical & Science Technology*, vol. 06, p. 02, 2024.
3. Helmy Agus Pradita, D. D. H., "SISTEM PENGENALAN WAJAH SEBAGAI AKSES LOKER PENYIMPANAN BARANG MENGGUNAKAN ESP32-CAM (STUDI KASUS: PT BUMI NUSANTARA JAYA)," *Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, vol. 2, p. 5, 2023.
4. ITU-T, TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU. Switzerland: ITU-T, 2012.
5. komdigi, "Mengenal Tren Teknologi Internet Of Things IoT," 2024. [Online]. Available: <https://djppi.komdigi.go.id/news/mengenal-tren-teknologi-internet-of-things-iot>. [Accessed 20 February 2025].
6. Microsoft, "Apa itu autentikasi dua faktor." [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/id-id/security/business/security-101/what-is-two-factor-authentication-2fa>. [Accessed 20 February 2025].
7. M. Prabowo, *METODOLOGI PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI*. Salatiga: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) IAIN Salatiga, 2020.
8. R. B. Salikhov, V. K. Abdrakhmanov, and I. N. Safargalin, "Internet of Things (IoT) Security Alarms on ESP32-CAM," in *International Conference on Automatics and Energy*, 2021.
9. Sutarsi Suhaeb, U. R. A., "PENGEMBANGAN ABSENSI KEHADIRAN FINGERPRINT FPM10A DAN CAMERA ESP32-CAM DI JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA FT-UNM," *JETC*, vol. 6, p. 2, 2021.

