

PROTOTYPE SISTEM KEAMANAN MENGUNAKAN *FACE RECOGNITION* UNTUK AUTENTIKASI WAJAH DI SEKRETARIAT BEM UNIVERSITAS SAINTEK MUHAMMADIYAH

Dora Bernadisman¹, Hang Izzamuddin Alaydrus²

^{1,2}Universitas Saintek Muhammadiyah

¹dorabernadisman@saintekmu.ac.id, ²hangizzamuddienalaydrus@gmail.com

Abstrak

Keamanan ruangan organisasi seperti Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah menjadi hal yang sangat krusial untuk mencegah kehilangan atau penyalahgunaan aset. Sistem keamanan konvensional seperti kunci fisik dan alarm sering kali memiliki keterbatasan dalam mendeteksi ancaman secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem keamanan berbasis *face recognition* yang mampu melakukan autentikasi dan identifikasi wajah secara cepat dan akurat, sehingga dapat meningkatkan perlindungan terhadap aset dan aktivitas di dalam sekretariat.

Pendekatan pengembangan menggunakan metode *prototype* yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Metode pendekatan yang digunakan adalah *face recognition* dengan memanfaatkan modul ESP32-CAM sebagai perangkat utama dan algoritma MTCNN (*Multi-task Cascaded Convolutional Networks*) untuk proses deteksi dan identifikasi wajah secara *real-time*. Sistem ini juga terintegrasi dengan *bot Telegram* untuk mengirimkan notifikasi otomatis apabila terdeteksi wajah yang tidak terdaftar di *database*. Pengujian dilakukan melalui *Pre-Test* sebelum penggunaan sistem dan *Post-Test* yang dilaksanakan secara langsung di Sekretariat BEM Saintek Muhammadiyah, dengan melibatkan 10 responden pengurus BEM. Instrumen pengujian menggunakan kuesioner berbasis skala Likert untuk mengukur persepsi terhadap keamanan, kecepatan autentikasi, dan kemudahan akses.

Hasil pengujian memperlihatkan adanya peningkatan signifikan pada seluruh indikator penilaian. Pada tahap *pre-test*, rata-rata skor berada di kisaran 3,0–3,5, yang menunjukkan persepsi sedang terhadap keamanan, kecepatan autentikasi, dan kemudahan akses. Setelah *prototype* diuji, skor rata-rata *Post-Test* meningkat menjadi 4,4–4,7. Peningkatan tertinggi terdapat pada indikator kemampuan sistem mengenali wajah (4,7) dan kelayakan pengembangan sistem lebih lanjut (4,7). Secara kumulatif, skor rata-rata naik dari 3,3 menjadi 4,53, membuktikan bahwa prototipe sistem keamanan berbasis *face recognition* ini efektif mengatasi kelemahan metode manual sebelumnya serta meningkatkan keamanan, kemudahan, dan kepuasan pengguna.

Kata Kunci: *face recognition*, esp32-cam, mtcnn, sistem keamanan, bottelegram.

1. LATAR BELAKANG

Di era modern keamanan tempat sangat menjadi prioritas utama dan menjadi perhatian yang meningkat pada beberapa tahun belakang, walaupun sistem keamanan tradisional/konvensional seperti kunci dan alarm masih umum digunakan. Di samping itu, kemajuan teknologi terutama komputer di bidang pengenalan wajah, telah membawa deteksi keamanan yang lebih canggih dan efektif digunakan.

Seperti halnya di sekretariat BEM SaintekMu, yang mana banyak barang-barang organisasi di simpan, akan tetapi minim pengawasan terhadap ruangan tersebut. Sehingga diperlukannya keamanan dengan *face recognition* untuk memberikan keamanan lebih terhadap ruangan sekretariat tersebut. *Face recognition* sendiri merupakan teknik biometrik untuk mengidentifikasi atau deteksi individu dari gambar digital yang sudah tersimpan di *database*.

Oleh karena itu penelitian *prototype* ini dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas keamanan pada Sekretariat BEM SaintekMu dengan mengoptimalkan sistem pengenalan wajah yang dapat mengidentifikasi dan autentikasi karakteristik wajah dengan gambar foto atau video kemudian mencocokkan hasil potret objek dengan gambar wajah yang tersimpan di *database*. Penelitian ini menggunakan ESP 32 CAM untuk melakukan pendeteksi dan pengenalan wajah secara *real-time*.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dibahas di atas, maka dapat ditentukan tujuan penelitian adalah :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem pendukung keputusan untuk penilaian kinerja guru di SDN Pinara agar prosesnya lebih cepat dan terstruktur?
2. Bagaimana cara meningkatkan keamanan sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah?
3. Bagaimana cara merancang sistem keamanan Sekretariat Universitas Saintek Muhammadiyah secara digital?
4. Bagaimana penerapan sistem *face recognition* dalam mengenali ketepatan objek wajah yang ada di *database* di Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dibahas di atas, maka dapat ditentukan tujuan penelitian adalah :

1. Untuk meningkatkan keamanan Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah.
2. Merancang sistem keamanan digital di Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah.
3. Menerapkan sistem keamanan menggunakan *face recognition* di Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah

1.3 Batasan Masalah

Dengan adanya perkembangan zaman sehingga banyak juga perkembangan terhadap teknologi termasuk *face recognition* sehingga, perlunya Batasan terhadap permasalahan yang akan dibahas nantinya, antara lain :

1. Sistem ini hanya dapat mendeteksi wajah
2. Hanya mengenali wajah yang sudah ada di *database*.
3. *Database* dalam sistem keamanan ini hanya pengurus BEM Saintek Muhammadiyah dan maksimal 7 orang.

4. Sistem ini dibuat menggunakan *face recognition* dengan ESP32-CAM sebagai perangkat utama untuk mengambil potret citra.
5. Hanya berupa *Prototype* sistem keamanan menggunakan *face recognition*.

1.4 *Prototype*

Prototipe adalah model awal atau contoh dari sebuah sistem yang akan dikembangkan. Fungsinya adalah untuk memastikan pemahaman yang jelas mengenai tujuan dan kebutuhan sistem (analisis kebutuhan) sebelum dibangun secara utuh. Pembuatan prototipe ini melibatkan pembuatan sketsa atau diagram alur kerja, yang bisa berbentuk diagram atau model fisik sederhana, untuk memberikan gambaran yang akurat tentang cara sistem akan beroperasi[1]

Pembuatan prototipe ini menggunakan *fretzing* yang merupakan perangkat lunak sumber terbuka yang dirancang untuk membuat desain dari sistem keamanan sekretariat ini.

1.5 Sistem Keamanan

Sistem keamanan berfungsi untuk melindungi pengguna dari bahaya fisik maupun non-fisik, memberikan rasa tenang, aman, dan tidak khawatir. Seiring dengan kemajuan zaman, sistem ini juga berevolusi dengan menambahkan berbagai fitur modern. Misalnya, fitur notifikasi untuk mendeteksi hal mencurigakan atau mengenali orang asing, sehingga pengguna mendapatkan perlindungan yang lebih baik dan canggih[2]

1.6 *Face Recognition*

Dalam ranah citra digital, *Face Recognition* adalah teknik yang sangat penting dengan berbagai aplikasi, mulai dari keamanan dan pengawasan hingga verifikasi identitas. Teknologi ini mengandalkan algoritma canggih untuk mengenali dan memverifikasi seseorang berdasarkan fitur wajahnya. Selain akurasi, aspek penting lain yang juga diperhatikan dalam penggunaannya adalah keamanan dan privasi data[3]

Pemanfaatan *face recognition* dalam kehidupan modern sangat amat diperlukan, dengan berkembangnya zaman membawa kemajuan signifikan dalam akurasi dan kecepatan pengenalan wajah. Penggunaan algoritma untuk memaksimalkan *face recognition* merupakan hal penting, salah satunya ialah ESP32-CAM, yang mana salah satu metode untuk memaksimalnya penggunaan *face recognition*.

Ada beberapa tahap dalam *face recognition*, pada tahap awal ialah pengenalan bentuk wajah (*face recognition*) dan yang sangat penting diperhatikan adalah tahap pendeteksian. Bidang-bidang dalam penelitian ini berkaitan dengan pemrosesan wajah antara lain :

1. Pengenalan wajah (Identifikasi) yang dilakukan dengan membandingkan citra wajah terhadap *database* wajah yang sudah ada dan mencocokkannya.
2. Autentikasi wajah merupakan pengujian terhadap keaslian/kesamaan wajah dengan data wajah yang sudah di input ke *database*.
3. Deteksi wajah, yang mana bila ada wajah seseorang yang tidak ada di *database* maka pemberitahuan berupa notifikasi ke pengguna[4]

1.7 Autentikasi Biometrik

Autentikasi biometrik adalah metode yang digunakan untuk mengenai seseorang secara unik yang berdasarkan dari ciri fisiknya yang khas. Ciri fisik tersebut antara lain seperti wajah, sidik jari, bola mata, suara, atau bahkan gerakan tangan. Oleh karena itu autentikasi biometrik memanfaatkan karakteristik dari

tubuh manusia yang sulit dipalsukan sehingga bisa memastikan identitas seseorang[5].

1.8 ESP32-CAM

ESP32-Cam adalah sebuah modul mikrokontroler yang menggabungkan fitur WiFi dan Bluetooth, serta dilengkapi dengan kamera OV2640. Modul ini sering digunakan untuk berbagai proyek IoT, terutama yang membutuhkan *live video streaming* dan pemantauan keamanan. Menurut Yusuf Fauzan, ESP32-Cam sangat populer karena harganya terjangkau dan kemampuannya serbaguna. Modul ini, misalnya, bisa digunakan untuk mengambil gambar yang diperlukan dalam proses pendeteksian dan pengenalan wajah[6].

1.9 Arduino IDE

Arduino IDE digunakan dalam proses pemrograman sistem keamanan berbasis *face recognition* yang diterapkan di Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah. Aplikasi ini berfungsi sebagai lingkungan pengembangan terpadu (*Integrated Development Environment*) yang memungkinkan pengguna menulis, mengedit, meng-*compile*, serta meng-*upload* program ke perangkat mikrokontroler. Untuk menjalankannya, pengguna cukup melakukan klik dua kali pada ikon Arduino IDE.

Arduino IDE mempermudah proses pengujian dan pemantauan program melalui terminal serial. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, pengguna dapat meninjau hasil kompilasi dan menjalankan program secara langsung ke perangkat yang digunakan[7]. Antarmuka pengguna dari Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan awal Software Arduino IDE

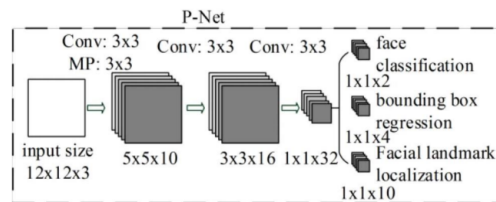
1.10 Blackbox Testing

Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang dilakukan tanpa perlu mengetahui struktur internal, kode program, maupun logika sistem yang diuji. Pendekatan ini berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem, dengan cara memeriksa apakah output yang dihasilkan sesuai dengan input yang diberikan, tanpa memperhatikan bagaimana proses internal mengolah data tersebut. Teknik ini dilakukan dari perspektif pengguna atau pihak eksternal, yang tidak mengetahui detail teknis sistem, sehingga pengujian dapat berjalan secara objektif dan tidak dipengaruhi oleh *Desain* atau implementasi internal aplikasi[8].

1.11 Metode Algoritma MTCNN (*Multi-task Cascaded Convolutional Networks*)

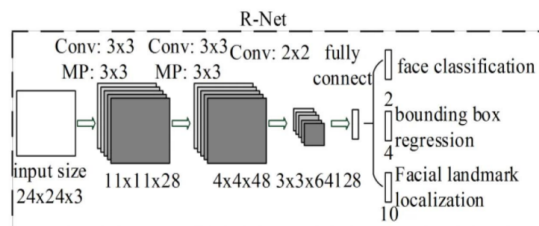
Metode Algoritma *Multi-task Cascaded Convolutional Networks* merupakan algoritma deteksi wajah berbasis deep learning yang dirancang untuk secara cepat dan akurat mendeteksi area wajah beserta titik-titik *landmark* seperti mata, hidung, dan mulut. Algoritma ini terdiri dari tiga tahap jaringan konvolusional yang saling berurutan, yaitu P-Net (*Proposal Network*), R-Net (*Refine Network*), dan O-Net (*Output Network*).

Pada tahap awal, P-Net digunakan untuk menghasilkan kandidat area wajah dalam bentuk *bounding box*.



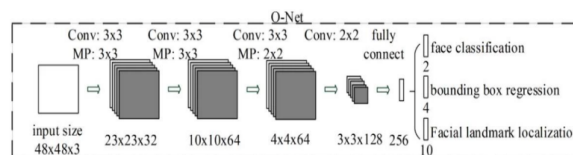
Gambar 2. P-Net

Kemudian, hasil tersebut dikalibrasi dan difilter menggunakan teknik *Non-Maximum Suppression*. Selanjutnya, R-Net melakukan penyaringan lebih lanjut untuk menghapus deteksi yang tidak valid dan memperbaiki posisi *bounding box*.



Gambar 3. R-Net

Terakhir, O-Net digunakan untuk menyempurnakan hasil deteksi wajah dengan menambahkan estimasi *landmark* berupa lima titik utama pada wajah (dua mata, hidung, dan dua ujung mulut).



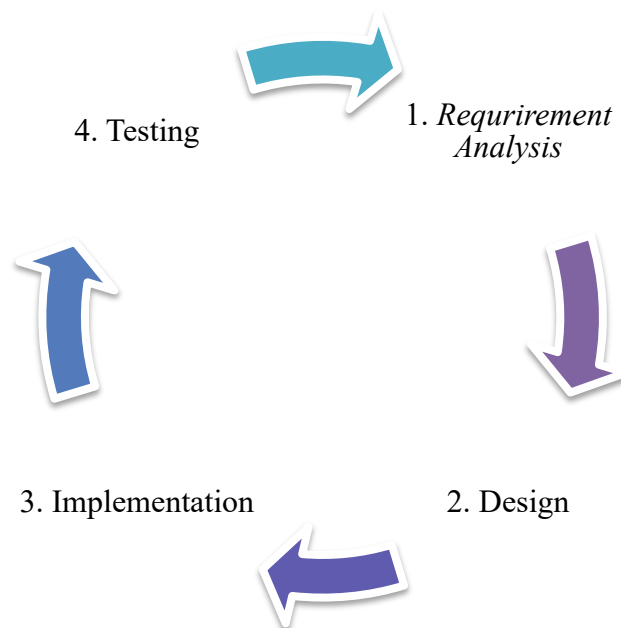
Gambar 4. O-Net

Multi-task Cascaded Convolutional Networks memiliki tingkat akurasi dan presisi yang lebih tinggi dibandingkan metode deteksi wajah konvensional seperti *Haar Cascade*, *Eigenface*, etc, terutama pada variasi posisi wajah dan kondisi pencahayaan. Algoritma ini sangat sesuai diterapkan dalam sistem keamanan berbasis biometrik karena kemampuannya dalam melakukan deteksi wajah secara *real-time* dan akurat[5].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metodologi Pengembangan Sistem

Metodologi pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan model *Prototype* yang mana memungkinkan pengembang melakukan fase analisis, *Desain* dan implementasi secara bersamaan. Penggunaan metodologi *Prototype* dalam pengembangan ini memungkinkan pengguna berinteraksi dengan cepat sehingga kebutuhan yang belum teridentifikasi dengan jelas maka dapat dipenuhi.



Gambar 5. Metode Pengembangan *Prototype*

Pada Gambar 2.1 menunjukkan tahapan metode *Prototype* yang mana memiliki penjelasan sebagai berikut[9]

Metodologi pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah Model *Prototype*. Metodologi ini memungkinkan pengembang melakukan fase analisis, *Desain*, dan implementasi secara bersamaan. Penggunaan metodologi *Prototype* ini memungkinkan pengguna berinteraksi dengan cepat sehingga kebutuhan yang belum teridentifikasi dengan jelas dapat dipenuhi.

1. *Requirement Analysis*

Tahapan pertama dalam metodologi ini adalah Analisis Kebutuhan (*Requirement Analysis*). Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan kebutuhan dari pengguna sistem melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini meliputi penentuan kebutuhan sistem, evaluasi berbagai kebutuhan alternatif, dan verifikasi data yang dikumpulkan. Langkah ini sangat penting untuk memastikan bahwa semua kebutuhan pengguna telah diidentifikasi dengan baik sebelum melangkah ke tahap berikutnya.

2. *Design*

Tahap selanjutnya adalah Perancangan (*Design*). Pada tahap ini, rancangan awal dari sistem yang akan dibangun dibuat. Aktivitas yang dilakukan meliputi penggunaan alat bantu seperti *UML* untuk menggambarkan alur program, serta merancang *Prototype* sistem keamanan menggunakan *face recognition* untuk autentikasi dan identifikasi wajah di Sekretariat BEM Universitas. Rancangan ini akan menjadi panduan dalam proses implementasi selanjutnya.

3. *Implementation*

Implementasi (*Implementation*) adalah tahap berikutnya, di mana pemrograman dan pengujian modul-modul kecil dilakukan. Aktivitas pada tahap ini meliputi penulisan kode (*coding*) dan pemrograman, pembagian perangkat menjadi modul-modul kecil, serta pemeriksaan terhadap fungsionalitas modul yang sudah dibuat. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa setiap modul sudah memenuhi kriteria yang diinginkan sebelum digabungkan menjadi satu sistem utuh.

4. *Testing*

Tahap terakhir adalah Pengujian (*Testing*). Pada tahap ini, semua modul

yang sudah dibuat diintegrasikan dan diuji sebagai satu sistem keseluruhan. Aktivitas yang dilakukan meliputi penggabungan modul-modul kecil menjadi satu sistem utuh, pemeriksaan, dan pengujian sistem untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya kegagalan dan kesalahan pada *software* atau *hardware*. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Metodologi *Prototype* ini diharapkan dapat memberikan hasil yang cepat dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi selama proses pengembangan. Dengan demikian, sistem keamanan menggunakan *face recognition* untuk autentikasi dan identifikasi wajah di Sekretariat BEM Universitas dapat dibangun dengan lebih efisien dan efektif

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan salah satu tahap penting dalam proses penelitian. Dengan adanya pencarian dan analisis literatur seperti jurnal, buku, tulisan ilmiah dan penelitian terdahulu, memberikan manfaat bagi peneliti untuk dapat merumuskan masalah penelitian dengan lebih tepat sebelum melakukan pengumpulan data di lapangan. Dengan memahami konsep-konsep yang relevan dan pendekatan yang efektif membantu peneliti dalam merancang metodologi yang lebih terarah dan menghindari pengulangan hasil yang sudah ada sebelumnya[10].

2. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan teknik penelitian yang mengandalkan pengumpulan data secara langsung dari objek penelitian. Metode ini melibatkan penelitian langsung di lokasi yang relevan, serta berbagai cara pengumpulan data, antara lain :

a. Wawancara

Pengumpulan data melalui wawancara dilakukan untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dari narasumber terkait. Sebelum melakukan hal tersebut, Langkah pertama yang dilakukan peneliti ialah menyiapkan form pertanyaan yang akan digunakan untuk proses wawancara. Form pertanyaan ini sangat berperan penting dalam memastikan hasil wawancara yang memberikan informasi yang relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan adanya pertanyaan yang terstruktur dengan baik, membuat peneliti dapat memberikan wawasan yang mendalam mengenai persepsi, pengalaman, atau pendapat responden terhadap topik penelitian[11].

b. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti secara langsung mengamati dan mencatat berbagai aspek secara sistematis terhadap objek penelitian mengenai gejala yang ada dalam keamanan sekretariat mereka[12].

Dengan adanya observasi yang mendalam dan menyeluruh sebelum penerapan membuat peneliti memastikan semua aspek yang relevan dipertimbangkan dan persiapan yang tepat untuk mendukung suksesnya penerapan sistem keamanan ini.

3. Identifikasi Variabel

Dalam penelitian, variabel adalah karakteristik atau kualitas yang diamati dan dianalisis oleh peneliti, yang nantinya menjadi dasar penarikan kesimpulan. Ada berbagai jenis variabel yang umum digunakan. Yang utama meliputi variabel bebas (*independent*), yaitu variabel yang dimanipulasi atau diubah oleh peneliti untuk melihat efeknya, variabel terikat (*dependent*), yang merupakan hasil yang diukur dan diharapkan berubah sebagai respons terhadap variabel bebas, serta variabel kontrol, yang dijaga tetap konstan agar tidak memengaruhi hubungan antara variabel bebas dan terikat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

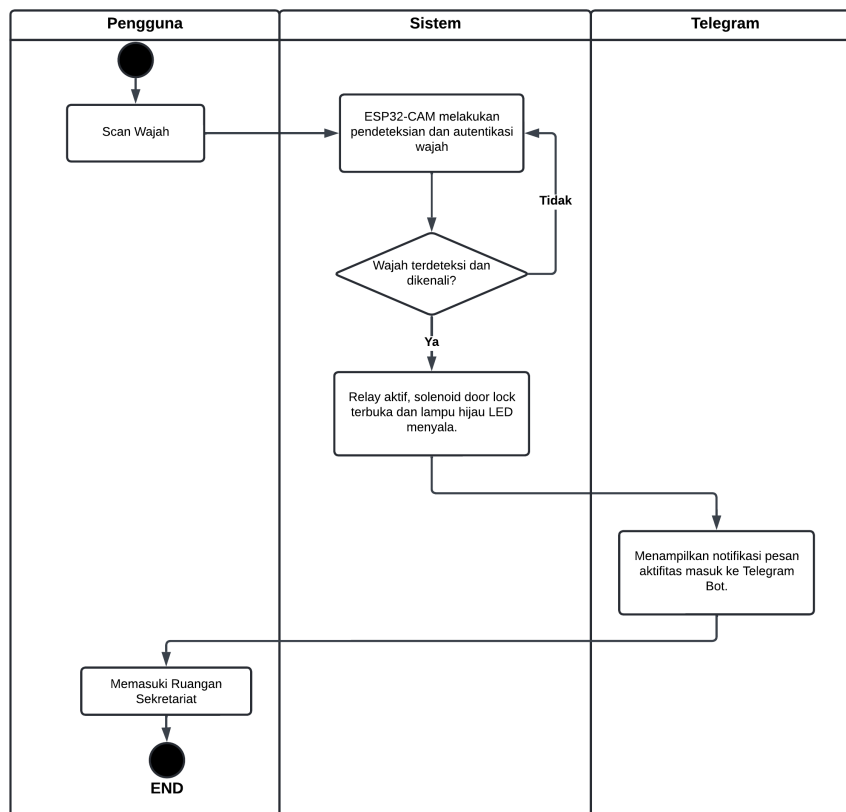
Hasil penelitian membuktikan bahwa prototipe sistem keamanan berbasis face recognition dengan ESP32-CAM di Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah mampu berfungsi sesuai dengan tujuan perancangannya. Sistem ini dapat mendeteksi dan mengenali wajah untuk mengatur akses masuk secara otomatis, sehingga lebih efektif dibandingkan cara manual. Penerapannya memberikan peningkatan pada aspek keamanan, kemudahan, dan kenyamanan pengguna, serta membantu menciptakan proses pengambilan keputusan yang lebih objektif, transparan, dan minim kesalahan akibat subjektivitas manusia.

3.1 Perancangan Sistem

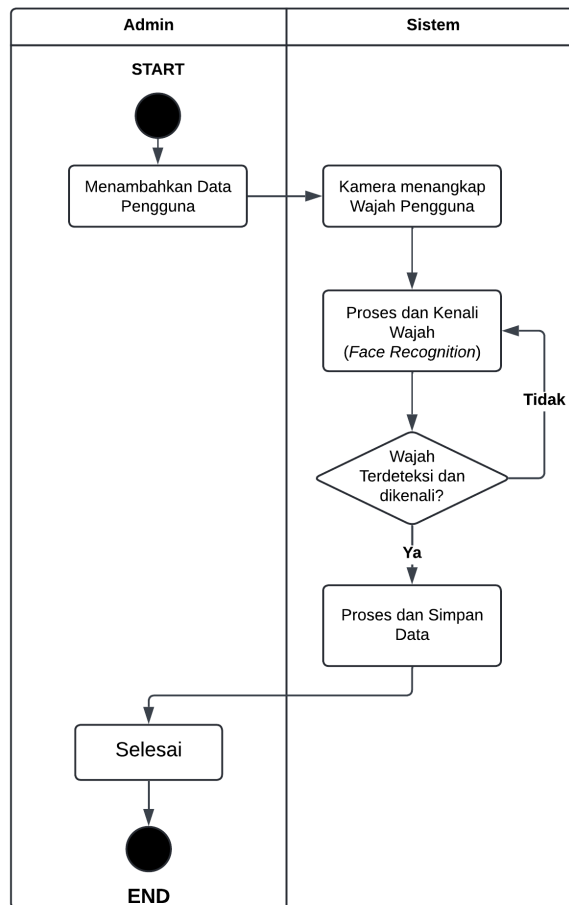
Perancangan sistem dilakukan untuk menyusun kebutuhan menjadi sebuah alur yang terstruktur agar mudah diimplementasikan. Dalam prototipe sistem keamanan berbasis *face recognition* ini, admin dapat langsung mengakses halaman utama melalui link setelah sistem diaktifkan, tanpa perlu login maupun logout. Dari halaman tersebut, admin dapat mengelola data wajah pengguna, memantau kamera secara *real-time*, serta melihat riwayat aktivitas dan notifikasi yang terhubung dengan Telegram.

3.1.1 Activity Diagram

Activity Diagram Admin menggambarkan proses *input* data ke dalam sistem keamanan berbasis pengenalan wajah di sekretariat BEM. Sementara itu, *Activity Diagram Pengguna* menjelaskan alur sistem dalam memproses akses masuk pengguna ke ruangan sekretariat.



Gambar 6. Activity Diagram Pengguna

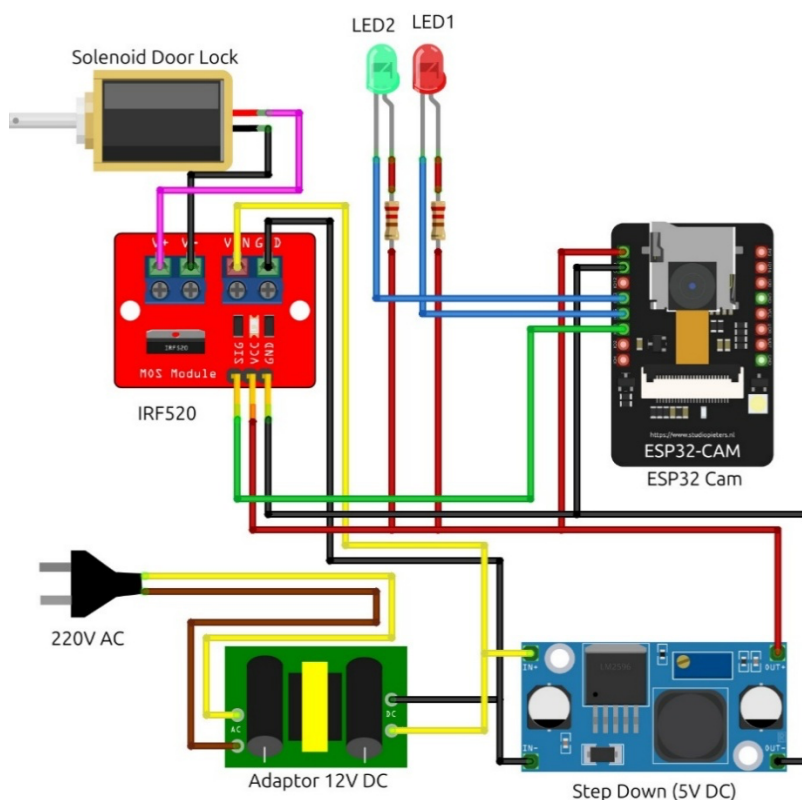


Gambar 7. Activity Diagram Admin

3.2 Rancangan Desain Tampilan *Prototype*

Gambar di bawah ini merupakan rancangan *Desain* tampilan *prototype* dari Sistem Keamanan Menggunakan *Face Recognition* untuk Autentikasi dan Identifikasi di Sekretariat BEM Saintek Muhammadiyah. Rancangan ini menggambarkan hubungan antar komponen utama yang digunakan dalam sistem, seperti ESP32-CAM.

Sistem ini bekerja dengan mengaktifkan kamera untuk mendeteksi wajah pengguna, kemudian mencocokkannya dengan data yang tersimpan di database. Apabila wajah dikenali, LED hijau menyala sebagai indikator akses diterima, dan solenoid akan membuka pintu. Sebaliknya, jika wajah tidak dikenali, LED merah menyala, dan akses ditolak.



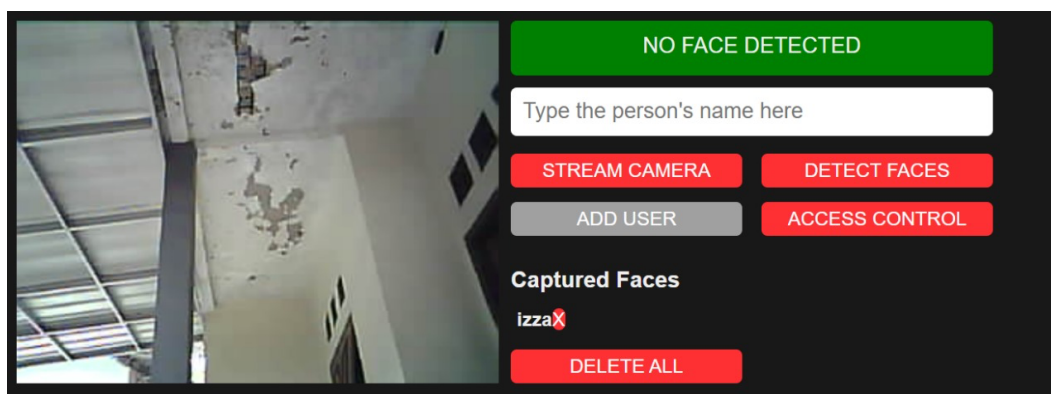
Gambar 8. Rancangan Desain Tampilan *Prototype*

3.2 Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahap penerapan kebutuhan sistem keamanan berbasis *face recognition* ke dalam bentuk perangkat lunak sesuai hasil analisis yang telah dilakukan.

1. Halaman Menu Admin

Pada halaman ini terdapat berbagai pilihan menu, seperti Kelola Data Wajah, Monitoring Kamera, dan Pengaturan Sistem. Menu utama ini berfungsi sebagai pusat navigasi sistem.

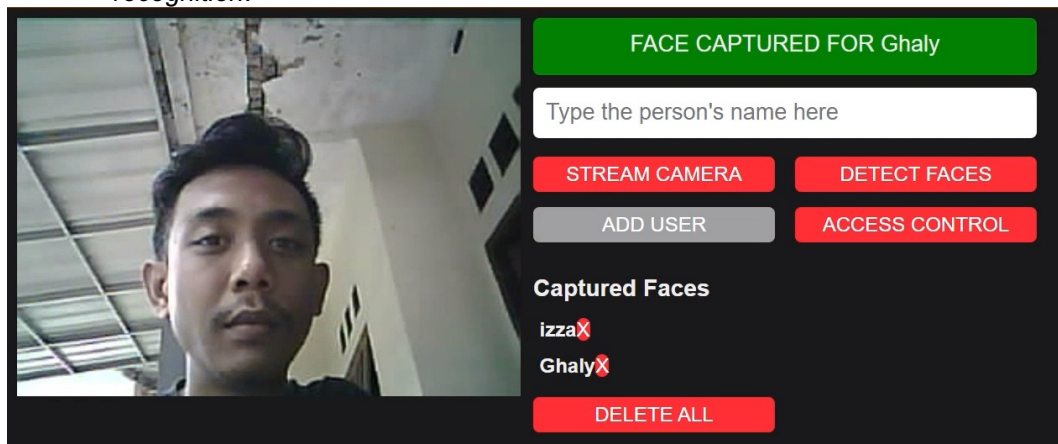


Gambar 9. Halaman Menu Admin

2. Halaman Kelola Data Wajah

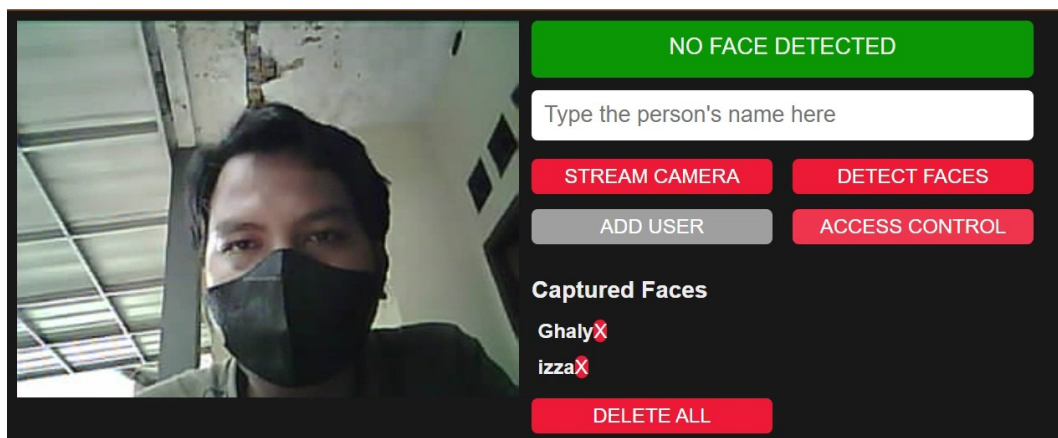
Menu ini memungkinkan admin untuk menambahkan atau menghapus, data wajah anggota yang akan diizinkan masuk ke ruangan. Data wajah akan disimpan dalam bentuk dataset yang digunakan untuk proses *face*

recognition.



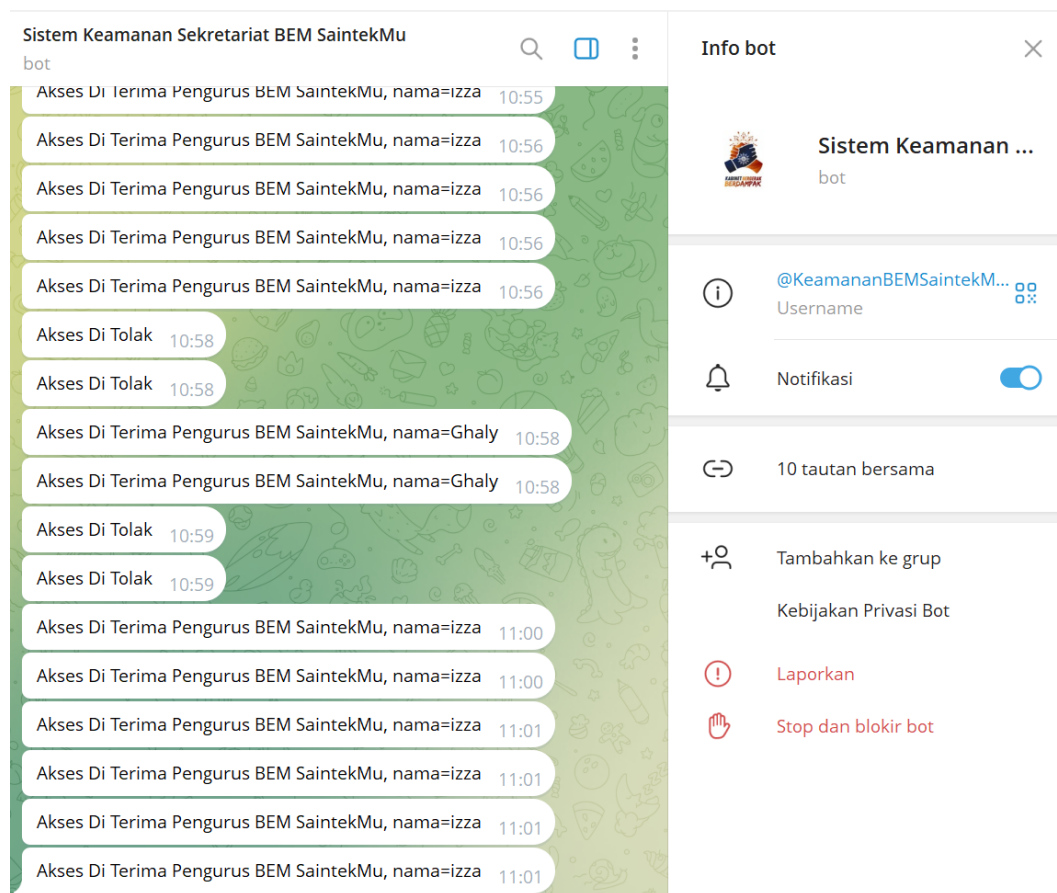
Gambar 10. Halaman Kelola Data Wajah

3. Halaman Monitoring Kamera
Halaman ini menampilkan streaming video secara *real-time* dari kamera ESP32-CAM. Admin dapat memantau siapa saja yang sedang berada di depan kamera. Jika terdeteksi wajah yang tidak terdaftar, sistem dapat memberikan notifikasi melalui Bot Telegram.



Gambar 11. Halaman Monitoring Kamera

4. Halaman Log Aktivitas BotTelegram
Menu ini tidak ditampilkan dalam antarmuka web, melainkan diakses melalui Bot Telegram. Bot akan mengirimkan catatan aktivitas



Gambar 12. Halaman Log Aktivitas Bot Telegram

3.3 Hasil Pengujian

Pada tahap ini, sistem diuji untuk memastikan bahwa Sistem Keamanan Menggunakan *Face Recognition* untuk Autentikasi dan Identifikasi di Sekretariat BEM Saintek Muhammadiyah telah berjalan sesuai dengan kebutuhan dan rancangan yang telah ditetapkan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan atau kekurangan dalam sistem sedini mungkin. Dalam pengujian sistem ini, digunakan metode pengujian, yaitu *black box testing*.

3.3.1 Black Box Testing

Pengujian *black box* difokuskan pada pengujian fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur kode internal. Pengujian ini dilakukan pada modul-modul utama yang terdapat dalam sistem prototipe keamanan berbasis *face recognition* di Sekretariat BEM SaintekMu.

Tabel 1. Black Box Testing

No	Skenario Uji	Input Utama	Output Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Sistem memverifikasi wajah terdaftar	Wajah anggota yang sudah terdaftar di <i>database</i>	Pintu terbuka dan muncul pesan "Akses Diterima"	Sesuai	Berhasil
2.	Sistem memverifikasi	Wajah orang luar yang tidak ada di <i>database</i>	Pintu tetap terkunci dan muncul pesan "Akses Ditolak"	Sesuai	Berhasil

	wajah tidak terdaftar				
3.	Pendaftaran wajah baru	Scan Wajah Pengguna Baru	Data wajah tersimpan di <i>database</i> dan dapat digunakan	Sesuai	Berhasil
4.	Pengujian pada pencahayaan minim	Wajah anggota dalam kondisi gelap	Sistem gagal mengenali wajah dan menampilkan pesan “Gagal Mengenali Wajah”	Sesuai	Berhasil
5.	Koneksi internet terputus saat verifikasi	Wajah anggota yang terdaftar	Sistem menampilkan pesan “Koneksi Gagal” dan pintu tetap terkunci	Sesuai	Berhasil
6.	Penyimpanan log akses	Setiap aktivitas verifikasi wajah	Data log (waktu, identitas, status) tersimpan di <i>Log ChatBot Telegram</i> .	Sesuai	Berhasil
7.	Verifikasi pada jarak optimal	Wajah anggota dari jarak 20–30 cm	Proses verifikasi < 2 detik dan hasil akurat	Sesuai	Berhasil
8.	Menjalankan Sistem Tanpa Laptop	Sistem dinyalakan menggunakan <i>Power Bank</i> (tanpa laptop)	Sistem tetap berjalan normal dan dapat melakukan verifikasi wajah	Sesuai	Berhasil
9.	Pemantauan melalui <i>mobile</i>	Akses sistem melalui <i>smartphone</i>	Aktivitas sistem (log akses dan status pintu) dapat dipantau via <i>mobile</i>	Sesuai	Berhasil

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian proses analisis, perancangan, serta pengujian sistem yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa implementasi prototipe sistem keamanan berbasis *face recognition* di Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah memberikan dampak positif yang signifikan, maka dapat ditarik kesimpulannya sebagaimana berikut:

1. Prototipe sistem keamanan berbasis *face recognition* menggunakan ESP32-CAM yang diimplementasikan di Sekretariat BEM Universitas Saintek Muhammadiyah berhasil berfungsi sesuai rancangan, yakni mendeteksi dan mengidentifikasi wajah untuk mengatur akses masuk ruangan secara otomatis.
2. Pengujian *Pre-Test* dan *Post-Test* terhadap 10 responden menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada seluruh indikator yang diukur. Nilai rata-rata kumulatif meningkat dari 3,3 pada tahap *Pre-Test* menjadi 4,53 pada tahap *post-test*, yang berarti sistem dinilai lebih aman, praktis, dan mudah digunakan dibanding metode manual sebelumnya.
3. Indikator dengan peningkatan tertinggi adalah kemampuan sistem dalam mengenali wajah pengguna serta dukungan terhadap pengembangan sistem lebih lanjut, dengan skor rata-rata 4,7 pada tahap *post-test*. Hal ini membuktikan bahwa sistem memiliki potensi besar untuk diimplementasikan secara permanen.
4. Prototipe mampu bekerja cukup baik pada kondisi pencahayaan tertentu, meskipun masih memerlukan pengembangan agar dapat berfungsi optimal

pada berbagai kondisi lingkungan.

5. Sistem keamanan ini dapat dipantau dari jarak jauh dan tetap berjalan tanpa harus terhubung dengan laptop, sehingga lebih fleksibel serta mendukung kemudahan pengelolaan akses ruangan secara *real-time*.

4.2 Rekomendasi

Berdasarkan hasil implementasi dan penelitian yang telah dilakukan, meskipun sistem keamanan berbasis ESP32-CAM telah berjalan sesuai fungsinya, terdapat beberapa keterbatasan yang dapat dioptimalkan pada pengembangan selanjutnya. Salah satu rekomendasi utama adalah mempertimbangkan penggunaan Raspberry Pi sebagai perangkat utama, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem keamanan di masa mendatang antara lain:

1. Raspberry Pi memiliki prosesor dan memori lebih besar dibandingkan ESP32-CAM, sehingga dapat memproses *face recognition* lebih cepat dan akurat, mendukung penyimpanan data lebih besar, serta memungkinkan integrasi dengan perangkat tambahan seperti sensor gerak, RFID, dan kamera resolusi tinggi.
2. Mengintegrasikan *Firebase Realtime Database* untuk manajemen data pengguna, sehingga penyimpanan identitas wajah dan riwayat akses dapat dilakukan secara terpusat dan sinkron. Dengan cara ini, jumlah pengguna yang terdaftar dapat lebih banyak dibandingkan jika hanya mengandalkan memori internal ESP32-CAM, serta memudahkan akses data secara *real-time* melalui berbagai perangkat.
3. Disarankan untuk membuat *dashboard* analitik yang menampilkan informasi seperti frekuensi akses, waktu akses terbanyak, dan identitas pengguna yang tercatat. Data ini dapat membantu pengelola dalam memantau aktivitas, melakukan evaluasi, dan menyusun strategi peningkatan keamanan.
4. Penerapan *Liveness Detection* (Deteksi Kehidupan) untuk mencegah penggunaan foto, video, atau gambar statis dalam mengelabui sistem. Fitur ini dapat dilakukan melalui deteksi kedipan mata, pergerakan wajah, atau analisis tekstur kulit, sehingga sistem hanya akan memberikan akses ketika terverifikasi bahwa pengguna adalah individu nyata, bukan media palsu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Siswidiyanto, A. Munif, D. Wijayanti, and E. Haryadi, "Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototype," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 1, pp. 18–25, 2020, doi: 10.35969/interkom.v15i1.64.
- [2] A. Ipanhar, T. K. Wijaya, and P. Gunoto, "Perancangan Sistem Monitoring Pintu Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Esp32-Cam," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 333–350, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4590.
- [3] I. B. A. Peling, M. P. A. Ariawan, G. B. Subiksa, and I. K. A. G. Wiguna, "Pendeteksi Keberadaan Orang Asing Menggunakan Face Recognition dan Motion Detection," *J. Bangkit Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 18–23, 2024, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v13i1.275.
- [4] Humaira, A. Maulana Ibrahim, and A. Alanda, "Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Cloud Computing," *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–29, 2022, doi: 10.30630/jitsi.3.1.56.
- [5] K. D. Anggara, D. P. Kartikasari, and F. A. Bakhtiar, "Implementasi Algoritma MTCNN dalam Mekanisme Autentikasi berbasis Pengenalan Wajah," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 8, pp. 3613–3621, 2023, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/13044>
- [6] Y. Fauzan, "Kotak Penerima Paket Berbasis IoT Menggunakan Modul Esp32-Cam," *Institutional Repos. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, pp. 1–66, 2020, [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/56069>
- [7] E. K. Wahyudi, "Obat Keras Dengan Face Recognition Menggunakan Esp32-Cam

- Universitas Islam Sultan Agung Semarang 2024 Strong Drugs Storage Security System With Face Recognition Using Esp32-Cam,” *SKRIPSI Progr. Stud. Tek. ELEKTRO Fak. Teknol. Ind. Univ. Islam SULTAN AGUNG SEMARANG*, 2024.
- [8] C. A. Fauziana, S. Gunawan, and A. Saifudin, “Pengujian Sistem Aplikasi Presensi Siswa Berbasis Web Pada SMA Terbuka Menggunakan Metode Black Box Testing Equivalence Partitioning,” vol. 2, no. 2, pp. 47–52, 2024.
- [9] C. F. Rosa, R. Amelia, and F. Mulyasih, “Home Door Security System with Face Recognition Based on Internet of Things,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, no. 16040007, p. 73, 2020.
- [10] M. N. Adlini, A. H. Dinda, S. Yulinda, O. Chotimah, and S. J. Merliyana, “Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka,” *Edumaspul J. Pendidik.*, vol. 6, no. 1, pp. 974–980, 2022, doi: 10.33487/edumaspul.v6i1.3394.
- [11] Wahyu Rifa'i, Didik Himmawan, and Ibnudin, “Implementasi Pembelajaran Menggunakan Metode Bermain Bagi Anak-Anak Desa Tenajar Kidul Kecamatan Kertasemaya Kabupaten Indramayu,” *J. Psychol. Couns. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–40, 2023, doi: 10.58355/psy.v1i1.9.
- [12] H. Pujiyanto, “Metode Observasi Lingkungan dalam Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa MTs,” *JIRA J. Inov. dan Ris. Akad.*, vol. 2, no. 6, pp. 749–754, 2021, doi: 10.47387/jira.v2i6.143.