



Implementasi Sistem Absensi Berbasis Face recognition Menggunakan Metode Local Binary Pattern Histogram (LBPH) pada Binus University

Heri Setiawan¹, Tedi Purwanto²

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: hery24922@gmail.com

Abstrak—Proses pencatatan kehadiran karyawan merupakan salah satu aktivitas penting dalam mendukung efektivitas manajemen sumber daya manusia. Penggunaan sistem absensi konvensional masih memiliki berbagai keterbatasan, seperti potensi terjadinya kesalahan pencatatan, penyalahgunaan identitas, serta rendahnya efisiensi proses administrasi. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem absensi berbasis *face recognition* menggunakan metode Local Binary Pattern Histogram (LBPH) pada Binus University sebagai alternatif sistem absensi yang lebih efektif dan akurat. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Prototype dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, serta pengujian sistem. Proses deteksi wajah memanfaatkan metode Haar Cascade Classifier, sedangkan proses identifikasi wajah menggunakan algoritma LBPH yang diimplementasikan melalui pustaka OpenCV. Sistem dibangun menggunakan ESP32-CAM sebagai perangkat akuisisi citra, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali perangkat, serta aplikasi berbasis web menggunakan Flask untuk pengelolaan data absensi. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses pendaftaran pengguna, pengambilan dataset wajah, pelatihan data, pengenalan wajah, pencatatan kehadiran, serta penyajian laporan absensi melalui antarmuka web. Berdasarkan hasil pengujian fungsional menggunakan metode Black Box Testing, seluruh fungsi utama sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu mendukung proses absensi secara otomatis, meminimalkan kesalahan pencatatan, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan data kehadiran.

Kata Kunci: Face recognition, Local Binary Pattern Histogram (LBPH), Haar Cascade Classifier, Sistem Absensi, ESP32-CAM.

Abstract—Employee attendance recording is an essential activity in supporting effective human resource management. Conventional attendance systems still face several limitations, including recording errors, identity misuse, and low administrative efficiency. This study aims to implement a face recognition-based attendance system using the Local Binary Pattern Histogram (LBPH) method at Binus University as an alternative solution for improving attendance accuracy and efficiency. The system was developed using the Prototype method, consisting of requirement analysis, system design, implementation, and testing. Face detection was performed using the Haar Cascade Classifier, while face identification employed the LBPH algorithm implemented through the OpenCV library. The proposed system integrates an ESP32-CAM module for image acquisition, a NodeMCU ESP8266 for hardware control, and a Flask-based web application for attendance management. The implementation results demonstrate that the system successfully performs user enrollment, facial dataset acquisition, model training, face recognition, attendance recording, and attendance report generation through a web interface. Functional testing using the Black Box Testing method indicates that all primary system functions operate according to the specified requirements. Therefore, the developed system is capable of supporting an automated attendance process, reducing recording errors, and improving the efficiency of attendance data management.

Keywords: Face recognition, Local Binary Pattern Histogram (LBPH), Haar Cascade Classifier, Attendance System, ESP32-CAM.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong berbagai organisasi untuk mengimplementasikan sistem digital dalam mendukung aktivitas operasional, termasuk pada proses pengelolaan kehadiran karyawan. Sistem absensi merupakan salah satu komponen penting dalam manajemen sumber daya manusia karena berfungsi sebagai dasar dalam pemantauan disiplin kerja, evaluasi kinerja, serta penyusunan administrasi kepegawaian. Namun demikian, penerapan sistem absensi konvensional yang masih menggunakan tanda tangan maupun kartu identitas memiliki berbagai keterbatasan, seperti tingginya potensi manipulasi data, praktik titip absensi, serta



rendahnya tingkat akurasi identifikasi pengguna. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penerapan sistem absensi yang mampu melakukan identifikasi pengguna secara otomatis, akurat, dan sulit untuk dipalsukan.

Perkembangan teknologi biometrik memberikan alternatif solusi dalam meningkatkan keamanan dan keakuratan proses autentikasi pengguna. Salah satu teknologi biometrik yang banyak dikembangkan adalah *face recognition*, yaitu teknologi yang mampu melakukan identifikasi maupun verifikasi identitas seseorang berdasarkan karakteristik wajah yang dimiliki. Teknologi ini memanfaatkan proses pengolahan citra digital untuk mengekstraksi karakteristik wajah sehingga setiap individu dapat dikenali secara otomatis tanpa memerlukan kontak fisik dengan perangkat absensi. Menurut Fahrizal (2021), teknologi *face recognition* mampu meningkatkan keamanan sistem karena proses identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik biometrik yang bersifat unik pada setiap individu. Selain itu, penerapan teknologi ini juga mampu meningkatkan efisiensi proses absensi karena identifikasi dapat dilakukan secara cepat dan otomatis.

Implementasi sistem *face recognition* umumnya melibatkan dua tahapan utama, yaitu proses deteksi wajah dan proses pengenalan wajah. Deteksi wajah bertujuan untuk menemukan posisi wajah pada citra digital sebelum dilakukan proses identifikasi. Salah satu metode yang banyak digunakan pada tahap ini adalah Haar Cascade Classifier karena memiliki kemampuan mendeteksi objek wajah secara cepat dengan kompleksitas komputasi yang relatif rendah (Yulina, 2021). Setelah wajah berhasil dideteksi, proses identifikasi dilakukan menggunakan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH) yang bekerja dengan mengekstraksi karakteristik tekstur wajah dan membandingkannya dengan data yang tersimpan pada basis data. Menurut Tarigan dan Kurniawan (2022), algoritma LBPH memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali pola tekstur wajah sehingga banyak diterapkan pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Hasil penelitian Buana (2021) juga menunjukkan bahwa kombinasi metode deteksi wajah dan algoritma LBPH mampu menghasilkan tingkat pengenalan wajah yang baik pada aplikasi absensi.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem absensi berbasis *face recognition* dengan pendekatan yang berbeda. Bustomi dan Hariyanto (2020) mengimplementasikan sistem presensi berbasis Raspberry Pi menggunakan metode LBPH untuk proses identifikasi wajah. Tarigan dan Kurniawan (2022) mengembangkan prototipe sistem absensi berbasis web menggunakan algoritma LBPH dengan metode pengembangan Prototype. Sementara itu, Kurnia et al. (2021) mengembangkan sistem absensi berbasis *face recognition* yang dipadukan dengan pendeteksi suhu tubuh menggunakan Raspberry Pi. Penelitian lainnya oleh Jamal Rosid (2022) menunjukkan bahwa metode Haar Cascade efektif digunakan sebagai tahap deteksi wajah sebelum proses identifikasi dilakukan. Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi *face recognition* memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan efektivitas sistem absensi.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada implementasi sistem menggunakan Raspberry Pi atau belum mengintegrasikan perangkat mikrokontroler dengan aplikasi monitoring berbasis web secara optimal. Selain itu, mekanisme pencatatan kehadiran secara real-time yang dapat diakses melalui antarmuka web masih menjadi aspek yang perlu dikembangkan untuk meningkatkan kemudahan pengelolaan data absensi. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengimplementasikan sistem absensi berbasis *face recognition* menggunakan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH) yang dipadukan dengan metode Haar Cascade Classifier sebagai proses deteksi wajah. Sistem dikembangkan menggunakan ESP32-CAM sebagai perangkat akuisisi citra, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali perangkat, serta aplikasi berbasis web menggunakan framework Flask untuk mengelola data kehadiran secara terintegrasi.

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Prototype agar proses perancangan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna melalui tahapan evaluasi dan penyempurnaan secara bertahap. Selanjutnya, kualitas sistem dievaluasi menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan bahwa setiap fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna (Mad Cani & Ali Ridha, 2023). Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan sistem absensi yang lebih efektif dalam melakukan identifikasi pengguna, mempercepat proses pencatatan kehadiran, serta meminimalkan potensi manipulasi data absensi.

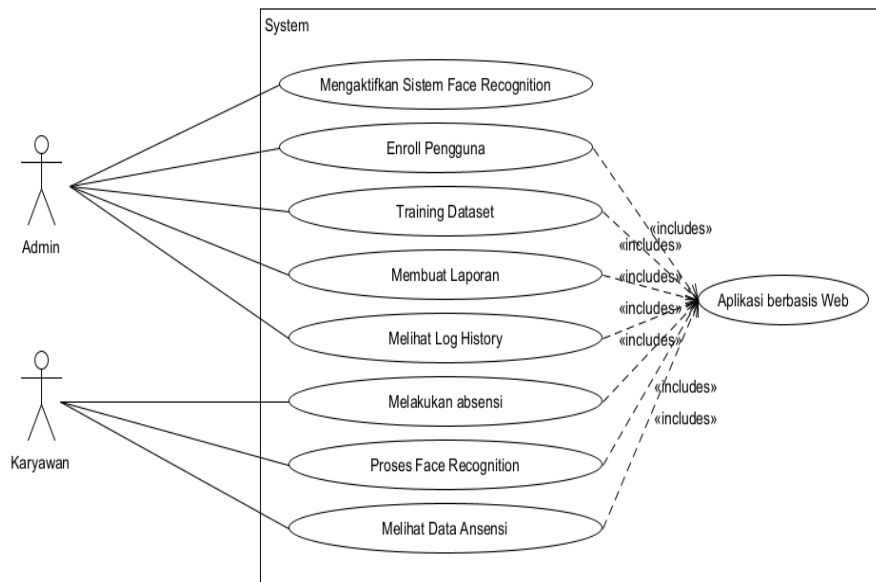
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Prototype dalam pengembangan sistem absensi berbasis *face recognition*. Metode Prototype dipilih karena memungkinkan pengembang melakukan perancangan sistem secara bertahap melalui proses evaluasi dan penyempurnaan hingga sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas dalam mengakomodasi perubahan kebutuhan selama proses pengembangan sehingga sistem yang dihasilkan lebih sesuai dengan kondisi operasional (Tarigan & Kurniawan, 2022).

Tahap awal penelitian dilakukan melalui pengumpulan data menggunakan metode observasi, wawancara, dan studi literatur. Observasi dilakukan untuk memahami proses absensi yang sedang berjalan dan mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi dalam pencatatan kehadiran. Wawancara dilakukan untuk memperoleh kebutuhan pengguna terhadap sistem yang akan dikembangkan, sedangkan studi literatur digunakan sebagai landasan dalam memahami konsep *face recognition*, Haar Cascade Classifier, Local Binary Pattern Histogram (LBPH), serta teknologi pendukung yang digunakan pada penelitian.

Setelah kebutuhan sistem diperoleh, proses pengembangan dilakukan secara bertahap melalui analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan sistem hingga siap digunakan. Pada tahap implementasi, sistem dikembangkan menggunakan modul ESP32-CAM sebagai perangkat akuisisi citra wajah, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali komunikasi perangkat, serta aplikasi berbasis web menggunakan framework Flask. Proses pengolahan citra dilakukan menggunakan pustaka OpenCV, sedangkan proses identifikasi wajah dilakukan melalui dua tahapan, yaitu deteksi wajah menggunakan metode Haar Cascade Classifier dan pengenalan wajah menggunakan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH). Menurut Yulina (2021), Haar Cascade Classifier mampu mendeteksi objek wajah secara efisien berdasarkan karakteristik Haar-like feature, sedangkan algoritma LBPH memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali pola tekstur wajah dengan kebutuhan komputasi yang relatif rendah (Buana, 2021; Tarigan & Kurniawan, 2022).

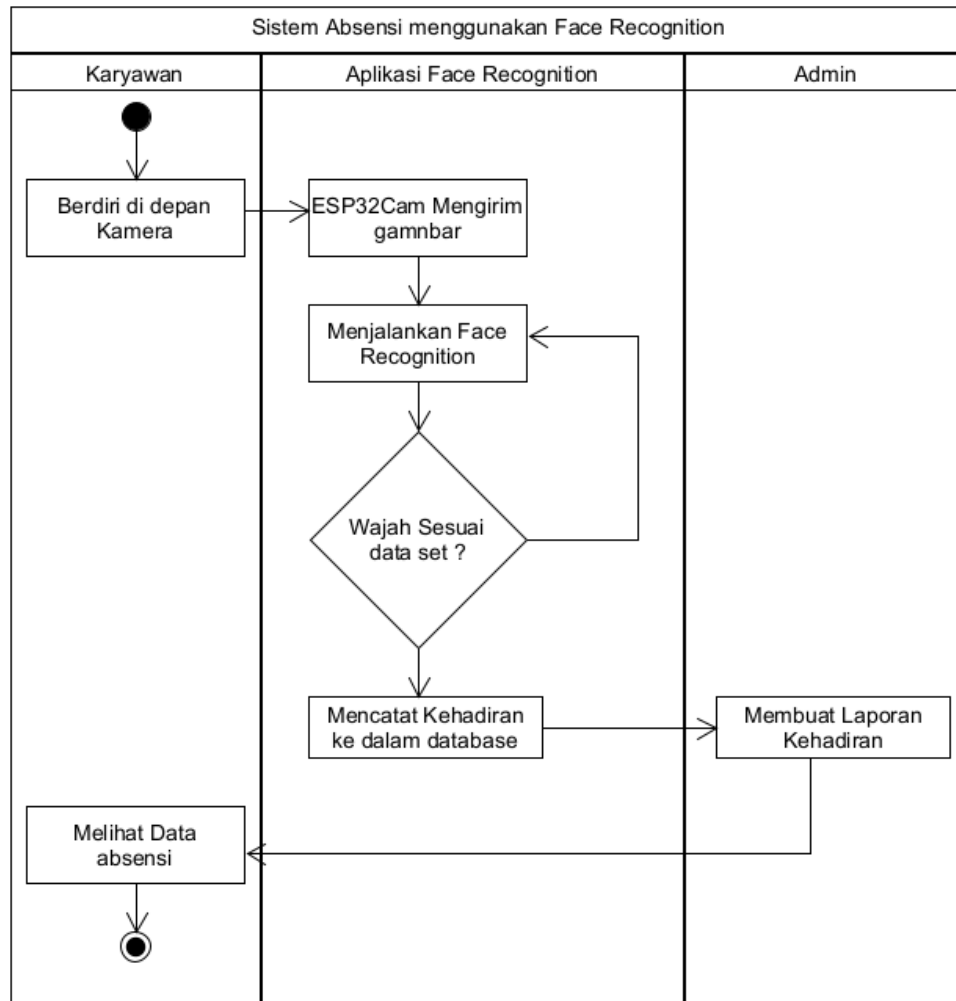
Perancangan kebutuhan fungsional sistem dimodelkan menggunakan Unified Modeling Language (UML). Salah satu diagram yang digunakan adalah Use Case Diagram untuk menggambarkan hubungan antara aktor dengan fungsi-fungsi utama yang tersedia pada sistem.



Gambar 1. Use Case Diagram Sistem Usulan

Berdasarkan Gambar 1, sistem memiliki dua aktor utama, yaitu administrator dan karyawan. Administrator memiliki hak akses untuk melakukan aktivasi sistem *face recognition*, enrollment

pengguna, pembentukan dataset, proses training, pengelolaan laporan, serta melihat riwayat aktivitas sistem. Sementara itu, karyawan menggunakan sistem untuk melakukan absensi melalui proses pengenalan wajah dan melihat data kehadiran. Pemodelan ini memberikan gambaran mengenai ruang lingkup fungsi sistem serta interaksi antara pengguna dengan aplikasi yang dikembangkan. Selain menggambarkan kebutuhan fungsional, penelitian ini juga memodelkan alur aktivitas sistem menggunakan Activity Diagram. Diagram ini menjelaskan urutan proses yang dilakukan mulai dari pengambilan citra wajah hingga pencatatan data kehadiran ke dalam basis data.

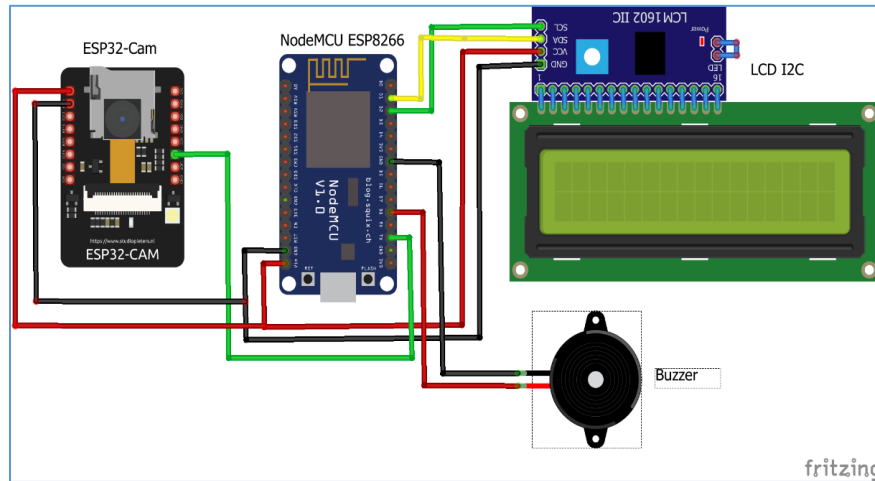


Gambar 2. Diagram Activity Sistem Usulan

Berdasarkan Gambar 2, proses absensi diawali ketika pengguna berada di depan kamera ESP32-CAM. Perangkat kemudian mengirimkan citra wajah ke aplikasi untuk dilakukan proses deteksi wajah menggunakan Haar Cascade Classifier. Setelah wajah berhasil dideteksi, sistem melakukan proses identifikasi menggunakan algoritma LBPH dengan membandingkan karakteristik wajah terhadap data yang telah tersimpan pada basis data. Apabila identitas pengguna sesuai, sistem secara otomatis mencatat data kehadiran dan menyimpannya ke dalam basis data sehingga dapat ditampilkan dalam bentuk laporan absensi. Sebaliknya, apabila identitas tidak dikenali, proses absensi tidak akan diproses lebih lanjut. Alur tersebut dirancang untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya penyalahgunaan identitas dalam proses absensi.

Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak menjadi satu kesatuan sistem. Integrasi tersebut bertujuan mendukung proses

pengambilan citra, pengolahan data, komunikasi antarmodul, hingga penyajian informasi secara terpadu.



Gambar 3. Rancangan Keseluruhan Alat

Berdasarkan Gambar 3, sistem terdiri atas adaptor sebagai sumber daya, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, ESP32-CAM sebagai perangkat akuisisi citra wajah, LCD 16×2 sebagai media penyampaian informasi, serta aplikasi berbasis web yang berfungsi mengelola proses *face recognition* dan penyimpanan data absensi. Seluruh komponen saling terhubung sehingga mampu mendukung proses identifikasi wajah, pencatatan kehadiran, dan penyajian laporan secara terintegrasi. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak tersebut menjadi dasar implementasi sistem absensi berbasis *face recognition* yang selanjutnya dievaluasi melalui pengujian fungsional pada tahap hasil dan pembahasan.

3. ANALISA DAN PEMABAHASAN

Implementasi sistem absensi berbasis *face recognition* dilakukan setelah seluruh tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, dan pengembangan aplikasi selesai dilaksanakan. Implementasi bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Sistem mengombinasikan ESP32-CAM sebagai perangkat akuisisi citra wajah, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali komunikasi, serta aplikasi berbasis web yang dikembangkan menggunakan framework Flask untuk mengelola proses absensi dan penyimpanan data kehadiran.

Kinerja sistem dievaluasi melalui implementasi setiap fungsi utama yang meliputi proses pendaftaran pengguna, pembentukan dataset, pelatihan model, pengenalan wajah, pencatatan kehadiran, hingga penyajian laporan absensi. Hasil implementasi selanjutnya dianalisis berdasarkan kemampuan sistem dalam menjalankan setiap fungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna serta didukung oleh hasil pengujian fungsional untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan.

3.1 Implementasi Pendaftaran Pengguna

Tahap awal implementasi dilakukan melalui proses pendaftaran (enrollment) pengguna sebagai dasar pembentukan dataset wajah. Proses ini bertujuan untuk merekam identitas setiap pengguna yang akan menggunakan sistem absensi sehingga data wajah dapat disimpan sebagai referensi pada proses pelatihan dan pengenalan wajah. Menurut Fahrizal (2021), proses enrollment merupakan tahapan penting dalam sistem *face recognition* karena kualitas data yang diperoleh akan memengaruhi kemampuan sistem dalam melakukan identifikasi terhadap pengguna.

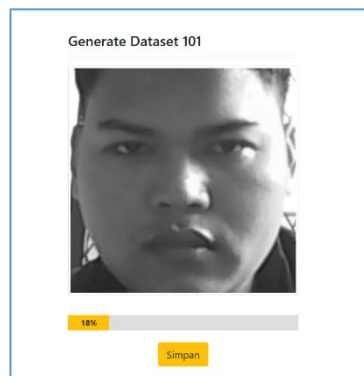


JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 5, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 1407-1418

Pengguna terlebih dahulu memasukkan identitas berupa nomor identitas dan nama melalui halaman pendaftaran yang telah disediakan oleh aplikasi. Data tersebut kemudian disimpan ke dalam basis data dan digunakan sebagai identitas yang akan dikaitkan dengan citra wajah hasil proses akuisisi.

Gambar 4. Proses Generate Dataset Pengguna

Berdasarkan Gambar 4, proses pendaftaran dilakukan melalui antarmuka aplikasi dengan memasukkan identitas karyawan sebelum proses pengambilan citra wajah dilakukan. Identitas yang berhasil disimpan menjadi acuan dalam menghubungkan data pengguna dengan dataset wajah sehingga setiap citra yang diperoleh dapat dikenali sebagai milik pengguna yang sesuai. Setelah identitas pengguna berhasil direkam, sistem melakukan proses akuisisi citra wajah menggunakan kamera ESP32-CAM. Kamera mengambil beberapa citra wajah dari berbagai posisi untuk memperoleh variasi karakteristik wajah yang akan digunakan sebagai data pelatihan. Deteksi wajah pada tahap ini memanfaatkan metode Haar Cascade Classifier untuk memastikan bahwa hanya area wajah yang diproses dan disimpan sebagai dataset. Menurut Yulina (2021), metode Haar Cascade Classifier mampu melakukan deteksi wajah secara efisien sehingga banyak diterapkan pada sistem berbasis computer vision.



Gambar 5. Implementasi *Face recognition*

Berdasarkan Gambar 5, sistem berhasil melakukan proses pengambilan citra wajah secara bertahap hingga jumlah dataset yang diperlukan terpenuhi. Setiap citra yang diperoleh selanjutnya dikonversi menjadi data yang siap digunakan pada proses pelatihan model pengenalan wajah. Menurut Buana (2021), kualitas dataset memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH) dalam mengenali karakteristik wajah pengguna. Oleh karena itu, proses pengambilan dataset dilakukan secara

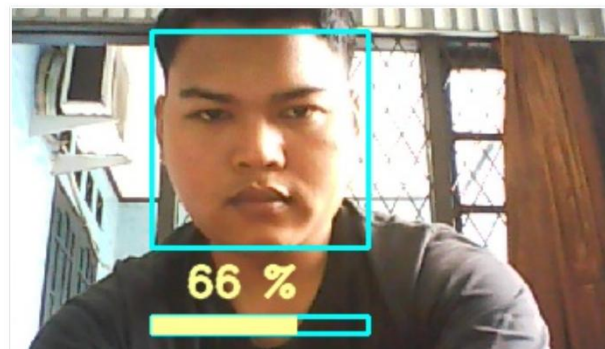
sistematis agar variasi citra yang diperoleh mampu merepresentasikan karakteristik wajah setiap pengguna dengan baik.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa proses pendaftaran pengguna dan pembentukan dataset telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem. Integrasi antara aplikasi berbasis web, ESP32-CAM, dan metode Haar Cascade Classifier mampu menghasilkan data wajah yang siap digunakan pada proses pelatihan model sehingga mendukung tahap pengenalan wajah yang dibahas pada subbab berikutnya.

3.2 Implementasi Face recognition

Proses *face recognition* dilaksanakan setelah seluruh data wajah pengguna berhasil direkam dan melalui tahap pelatihan (training) menggunakan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH). Pada tahap ini, sistem melakukan identifikasi terhadap citra wajah yang ditangkap oleh kamera ESP32-CAM dengan membandingkan karakteristik wajah terhadap dataset yang telah tersimpan pada basis data. Sebelum proses identifikasi dilakukan, sistem terlebih dahulu mendeteksi keberadaan wajah menggunakan metode Haar Cascade Classifier. Kombinasi kedua metode tersebut memungkinkan proses identifikasi dilakukan secara cepat dan otomatis sehingga pengguna tidak perlu melakukan verifikasi secara manual. Menurut Yulina (2021), metode Haar Cascade Classifier mampu mendeteksi objek wajah secara efisien, sedangkan algoritma LBPH digunakan untuk mengenali karakteristik tekstur wajah berdasarkan pola histogram lokal (Buana, 2021).

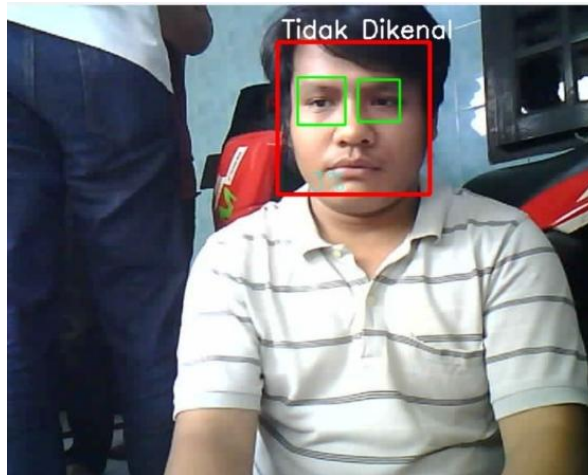
Keberhasilan proses pengenalan wajah ditentukan oleh kesesuaian karakteristik citra yang diperoleh kamera dengan dataset hasil pelatihan. Apabila karakteristik wajah memiliki tingkat kecocokan yang memenuhi ambang batas sistem, identitas pengguna akan dikenali dan proses absensi dapat dilanjutkan. Sebaliknya, apabila tingkat kecocokan berada di bawah ambang batas atau data wajah tidak tersedia pada basis data, sistem akan menolak proses identifikasi.



Gambar 6. Hasil Pengenalan Wajah (Dikenal)

Berdasarkan Gambar 6, sistem berhasil mendeteksi wajah pengguna dan mengenali identitas yang telah tersimpan pada dataset. Persentase yang ditampilkan pada antarmuka menunjukkan tingkat keyakinan (confidence) sistem terhadap hasil identifikasi. Setelah identitas berhasil dikenali, sistem secara otomatis melanjutkan proses absensi dan mencatat data kehadiran ke dalam basis data. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pelatihan menggunakan algoritma LBPH mampu membentuk model pengenalan wajah yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pengguna secara otomatis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Tarigan dan Kurniawan (2022) yang menyatakan bahwa algoritma LBPH mampu memberikan kinerja yang baik pada sistem absensi berbasis *face recognition*.

Selain menguji keberhasilan identifikasi terhadap pengguna yang telah terdaftar, sistem juga diuji menggunakan wajah yang tidak terdapat pada dataset. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu membedakan antara pengguna yang telah terdaftar dan pengguna yang tidak memiliki data pada basis data.



Gambar 7. Hasil Pengenalan Wajah (Tidak Dikenal)

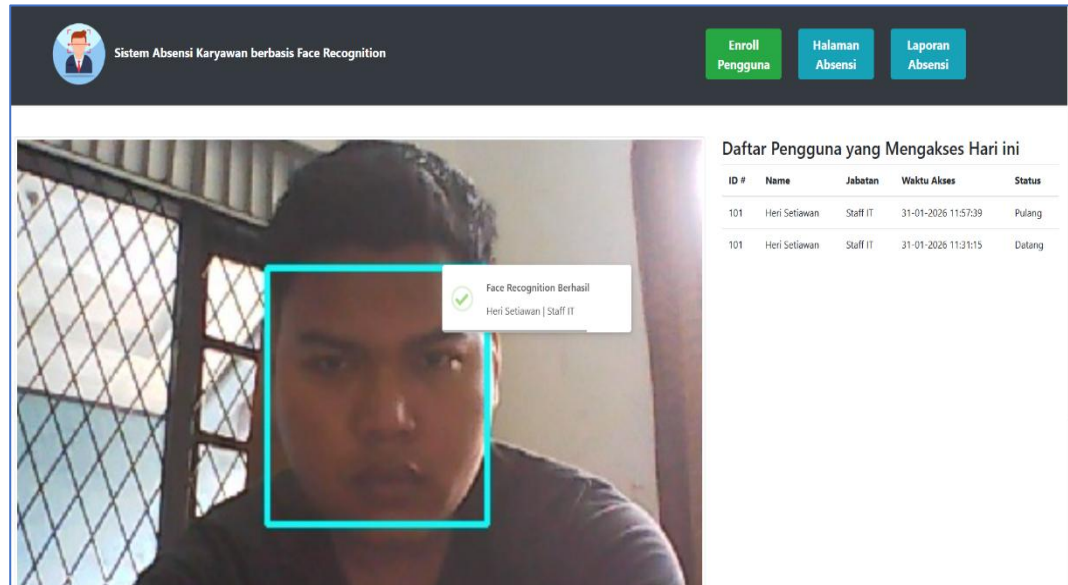
Berdasarkan Gambar 7, sistem berhasil mendeteksi keberadaan wajah, namun tidak memberikan identitas pengguna karena karakteristik wajah yang diperoleh tidak sesuai dengan dataset hasil pelatihan. Kondisi tersebut ditunjukkan dengan munculnya informasi "Tidak Dikenal" pada antarmuka aplikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu mengenali pengguna yang telah terdaftar, tetapi juga mampu menolak pengguna yang tidak memiliki data pada basis data sehingga dapat mengurangi potensi penyalahgunaan sistem absensi.

Implementasi *face recognition* memperlihatkan bahwa integrasi ESP32-CAM, OpenCV, metode Haar Cascade Classifier, dan algoritma LBPH mampu menjalankan proses autentikasi biometrik sesuai dengan rancangan sistem. Kemampuan sistem dalam membedakan pengguna yang dikenali dan tidak dikenali menjadi indikator bahwa model hasil pelatihan telah bekerja sebagaimana mestinya. Hasil tersebut mendukung penelitian Fahrizal (2021) yang menyatakan bahwa sistem pengenalan wajah dapat meningkatkan keamanan proses autentikasi karena identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik biometrik yang bersifat unik pada setiap individu.

3.3 Implementasi Sistem Absensi

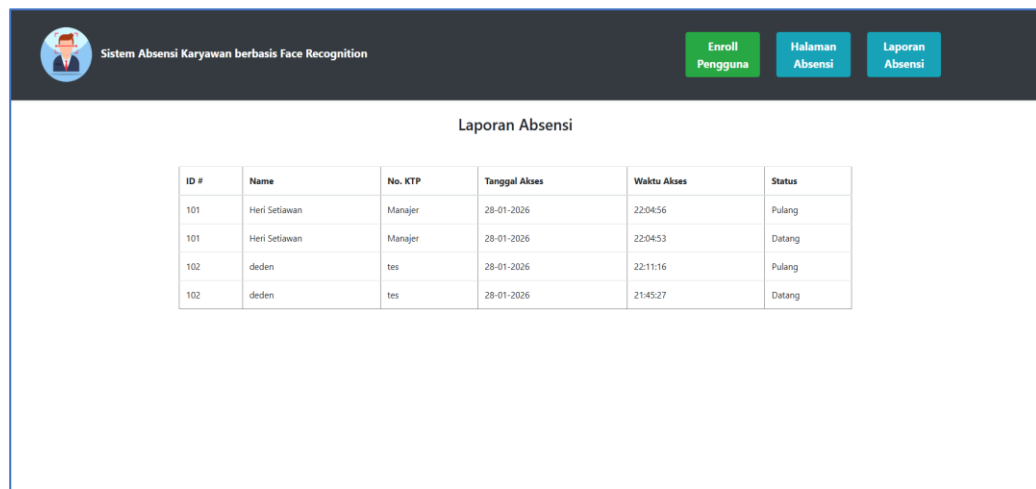
Keberhasilan proses pengenalan wajah menjadi dasar bagi sistem untuk menjalankan fungsi utama, yaitu pencatatan kehadiran secara otomatis. Setelah identitas pengguna berhasil dikenali, aplikasi akan mencatat informasi kehadiran yang meliputi identitas pengguna, waktu akses, serta status kehadiran ke dalam basis data. Seluruh proses berlangsung secara otomatis tanpa memerlukan pencatatan manual sehingga aktivitas absensi menjadi lebih efektif dan efisien. Menurut Kurnia et al. (2021), penerapan *face recognition* pada sistem absensi mampu meningkatkan efisiensi proses pencatatan kehadiran sekaligus meminimalkan potensi kesalahan yang sering terjadi pada metode konvensional.

Aplikasi menyediakan halaman absensi sebagai antarmuka utama yang digunakan selama proses identifikasi berlangsung. Halaman ini menampilkan hasil tangkapan kamera secara real-time, informasi pengguna yang berhasil dikenali, serta riwayat pengguna yang melakukan absensi pada hari yang sama. Integrasi antara proses deteksi wajah, pengenalan identitas, dan penyimpanan data memungkinkan pengguna memperoleh konfirmasi bahwa proses absensi telah berhasil dilakukan.



Gambar 8. Tampilan Halaman Absensi

Berdasarkan Gambar 8, sistem menampilkan citra pengguna yang berhasil dikenali beserta notifikasi keberhasilan proses *face recognition*. Informasi identitas pengguna ditampilkan secara langsung sebagai bentuk validasi bahwa proses autentikasi telah berhasil dilakukan. Pada sisi kanan antarmuka juga ditampilkan daftar pengguna yang melakukan akses pada hari tersebut sehingga administrator dapat memantau aktivitas kehadiran secara langsung. Integrasi tersebut menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu melakukan identifikasi wajah, tetapi juga mendukung proses monitoring kehadiran secara real-time melalui aplikasi berbasis web. Data kehadiran yang berhasil direkam selanjutnya disimpan ke dalam basis data dan disajikan dalam bentuk laporan absensi. Penyajian laporan dilakukan melalui antarmuka web sehingga administrator dapat mengakses informasi kehadiran dengan lebih mudah tanpa harus melakukan rekapitulasi secara manual. Penggunaan framework Flask mendukung proses pengelolaan data secara terpusat sehingga informasi absensi dapat ditampilkan secara dinamis sesuai dengan data yang tersimpan pada basis data. Dacipta dan Putra (2022) menjelaskan bahwa Flask merupakan microframework yang ringan dan fleksibel sehingga sesuai digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis web yang memerlukan integrasi dengan basis data.



Gambar 9. Tampilan Halaman Laporan



Berdasarkan Gambar 9, halaman laporan menampilkan informasi hasil absensi yang meliputi identitas pengguna, tanggal akses, waktu absensi, serta status kehadiran. Informasi tersebut tersusun dalam bentuk tabel sehingga memudahkan administrator dalam melakukan pemantauan maupun proses rekapitulasi data kehadiran. Penyimpanan data secara terpusat juga meningkatkan keamanan data dibandingkan pencatatan manual karena seluruh informasi tersimpan pada basis data dan dapat diakses kembali apabila diperlukan.

Implementasi halaman absensi dan halaman laporan menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu melakukan autentikasi biometrik melalui teknologi *face recognition*, tetapi juga mampu mengelola data kehadiran secara terintegrasi mulai dari proses identifikasi pengguna hingga penyajian laporan. Integrasi perangkat keras, aplikasi berbasis web, dan basis data menghasilkan sistem absensi yang mampu mendukung kebutuhan monitoring kehadiran secara lebih efektif dibandingkan metode absensi konvensional.

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam sistem absensi berbasis *face recognition*. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen mampu beroperasi sesuai dengan rancangan sehingga proses identifikasi wajah, pencatatan kehadiran, dan penyajian laporan dapat berjalan secara optimal. Evaluasi dilakukan terhadap perangkat utama yang digunakan pada sistem, kemudian dilanjutkan dengan pengujian fungsional aplikasi menggunakan metode Black Box Testing. Pengujian perangkat difokuskan pada kemampuan NodeMCU ESP8266, ESP32-CAM, LCD 16×2, dan buzzer dalam menjalankan fungsi masing-masing. Setiap perangkat diuji berdasarkan parameter operasional yang berkaitan dengan komunikasi data, proses identifikasi, penyajian informasi, serta pemberian notifikasi kepada pengguna.

Tabel 1. Hasil Pengujian Perangkat Sistem Absensi Berbasis *Face recognition*

No	Perangkat	Parameter Pengujian	Hasil
1	NodeMCU ESP8266	Koneksi Wi-Fi, komputer, <i>serial port</i> , buzzer, LCD 16×2, <i>web server</i> , dan pengiriman data ke <i>web server</i>	Berhasil
2	ESP32-CAM	Koneksi Wi-Fi, komputer, <i>serial port</i> , serta proses <i>streaming</i> kamera	Berhasil
3	LCD 16×2	Menampilkan informasi hasil identifikasi dan status sistem	Berhasil
4	Buzzer	Memberikan notifikasi suara setelah proses identifikasi	Berhasil

Berdasarkan Tabel 1, seluruh perangkat yang digunakan pada sistem mampu berfungsi sesuai dengan rancangan. NodeMCU ESP8266 berhasil menjalankan komunikasi dengan seluruh perangkat pendukung dan mengirimkan data ke aplikasi berbasis web. ESP32-CAM mampu melakukan pengambilan citra dan streaming secara real-time, sedangkan LCD 16×2 berhasil menampilkan informasi kepada pengguna. Selain itu, buzzer dapat memberikan notifikasi suara sebagai indikator keberhasilan proses identifikasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi perangkat keras telah mendukung operasional sistem secara menyeluruh sehingga proses absensi dapat berlangsung dengan baik.

Selain pengujian perangkat keras, evaluasi juga dilakukan terhadap fungsi-fungsi aplikasi menggunakan metode Black Box Testing. Menurut Mad Cani dan Ali Ridha (2023), Black Box Testing digunakan untuk menguji kesesuaian fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa memperhatikan struktur internal program. Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa seluruh fitur aplikasi dapat dijalankan sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Tabel 2. Hasil Pengujian Black Box Testing

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Status
1	Membuka halaman utama	Halaman utama berhasil ditampilkan	Diterima
2	Pendaftaran (<i>enrollment</i>) pengguna	Data pengguna berhasil disimpan	Diterima
3	Pengambilan <i>dataset</i> dan proses <i>training</i>	<i>Dataset</i> dan model pengenalan wajah berhasil dibuat	Diterima
4	Proses <i>face recognition</i>	Sistem berhasil mengenali wajah sesuai <i>dataset</i>	Diterima
5	Penyimpanan data absensi	Data kehadiran berhasil disimpan ke basis data	Diterima
6	Menampilkan laporan absensi	Laporan absensi berhasil ditampilkan	Diterima
7	Keluar (<i>logout</i>) dari sistem	Sistem berhasil keluar dari aplikasi	Diterima

Berdasarkan Tabel 2, seluruh skenario pengujian memperoleh status diterima, yang menunjukkan bahwa setiap fungsi utama aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Seluruh proses, mulai dari pendaftaran pengguna, pembentukan dataset, pelatihan model, pengenalan wajah, pencatatan kehadiran, hingga penyajian laporan absensi, dapat dijalankan tanpa ditemukan kesalahan fungsional. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi telah memenuhi kebutuhan operasional serta mampu mendukung proses absensi secara terintegrasi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis *face recognition* telah mampu menjalankan seluruh fungsi utama sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi ESP32-CAM, NodeMCU ESP8266, OpenCV, metode Haar Cascade Classifier, algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH), dan aplikasi berbasis web menghasilkan sistem yang mampu melakukan autentikasi pengguna, mencatat data kehadiran, serta menyajikan laporan absensi secara otomatis. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Buana (2021), Tarigan dan Kurniawan (2022), serta Kurnia dkk. (2021) yang menyatakan bahwa penerapan teknologi *face recognition* mampu meningkatkan efektivitas dan keakuratan proses absensi berbasis biometrik.

4. KESIMPULAN

Sistem absensi berbasis *face recognition* yang dikembangkan berhasil diimplementasikan dengan mengintegrasikan ESP32-CAM, NodeMCU ESP8266, OpenCV, metode Haar Cascade Classifier, algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH), dan aplikasi berbasis web menggunakan framework Flask. Integrasi tersebut memungkinkan proses pendaftaran pengguna, pembentukan dataset, pengenalan wajah, pencatatan kehadiran, serta penyajian laporan absensi dilakukan secara otomatis dan terintegrasi dalam satu sistem.

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen perangkat keras maupun perangkat lunak mampu berfungsi sesuai dengan rancangan. Sistem dapat mengenali pengguna yang telah terdaftar, menolak pengguna yang tidak terdapat pada dataset, serta menyimpan data kehadiran ke dalam basis data secara real-time. Hasil pengujian Black Box Testing juga menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga sistem layak digunakan sebagai media pendukung proses absensi.

Penerapan teknologi *face recognition* pada penelitian ini memberikan alternatif terhadap metode absensi konvensional dengan meningkatkan efisiensi proses pencatatan kehadiran, mengurangi potensi kesalahan pencatatan, serta meminimalkan kemungkinan terjadinya



penyalahgunaan identitas dalam proses absensi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu mendukung pengelolaan kehadiran secara lebih efektif, akurat, dan terdokumentasi dengan baik.

REFERENCES

- Buana, I. K. S. (2021). Penerapan pengenalan wajah untuk aplikasi absensi dengan metode Viola Jones dan algoritma LBPH. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(3). <https://doi.org/10.30865/mib.v5i3.3008>
- Bustomi, R. H., & Hariyanto, T. (2020). Sistem absensi berbasis pengenalan wajah dengan metode LBPH menggunakan Raspberry Pi. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- Dacipta, P. N., & Putra, R. E. (2022). Sistem klasifikasi limbah menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) pada webservice berbasis framework Flask. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 3(4). <https://doi.org/10.26740/jinacs.v3n04.p394-402>
- Fahrizal, F. F. (2021). Implementasi sistem pengenalan wajah untuk keamanan akses berbasis Ubuntu menggunakan Python. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 5(2). <https://doi.org/10.31000/jika.v5i2.4509>
- Jamal Rosid. (2022). *Face recognition* dengan metode Haar Cascade dan FaceNet. *Indonesian Journal of Data and Science*, 3(1). <https://doi.org/10.56705/ijodas.v3i1.38>
- Kurnia, D., Putri, S. A., & Nugroho, E. A. (2021). Implementasi *face recognition* untuk sistem absensi karyawan dengan pendeteksi suhu berbasis Raspberry. *Ramatekno*, 1(2). <https://doi.org/10.61713/jrt.v1i2.18>
- Mad Cani, Y., & Ali Ridha, A. (2023). Pengujian Black Box Testing pada sistem pendukung keputusan penerima beasiswa di SMK Tarbiyatul Ulum Karawang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(9).
- Tarigan, I. A., & Kurniawan, A. (2022). Prototipe pendeteksi dan pengenalan wajah berbasis web menggunakan algoritma Local Binary Pattern Histogram untuk absensi. *MULTINETICS*, 8(1). <https://doi.org/10.32722/multinetics.v8i1.4591>
- Yulina, S. (2021). Penerapan Haar Cascade Classifier dalam mendeteksi wajah dan transformasi citra grayscale menggunakan OpenCV. *Jurnal Komputer Terapan*, 7(1). <https://doi.org/10.35143/jkt.v7i1.3411>