KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Sains Student Research (JSSR)
Vol.4, No.6 Desember 2026
e-ISSN: 3025-9851, p-ISSN : 3025-986X, Hal 1078-1093
DOI : https://doi.org/10.61722/jssr.v4i6.13229

Rancang Bangun Sistem Absensi Siswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade Di SMPIT Utsman Bin Affan Surabaya

Abudzar Mohammad Al Farizi[1*], Totok Mulyono[2]
[1] Program Studi Teknologi Informasi, Politeknik Semen Indonesia
[2] Program Studi Teknologi Informasi, Politeknik Semen Indonesia
*Penulis Korespondensi: abudzarkuliah@gmail.com

Abstract. *The conventional attendance system at SMPIT Utsman Bin Affan Surabaya is time-consuming, prone to errors, and inefficient for data recapitulation. This research aims to design and implement a digital student attendance system based on face recognition to automate the attendance process. The method used is Research and Development (R&D) with a Prototyping approach. The system was built using the Python programming language, React interface, SQLite database, and the OpenCV library applying the Haar Cascade Classifier algorithm for face detection and Euclidean Distance for feature extraction. System testing was conducted through Black Box Testing for functionality and Confusion Matrix for recognition accuracy. The testing results showed that after algorithmic optimizations—including the application of Histogram Equalization, threshold adjustment to 3000, and a 15% Confidence Gap—the system successfully achieved a 100% accuracy rate under normal lighting conditions at an ideal distance of 30-60 cm. In conclusion, this face recognition-based attendance system operates effectively, accurately, and minimizes administrative time for student attendance.*

Keywords: *Attendance System; Face Recognition; Haar Cascade; Euclidean Distance; Python.*

Abstrak. Sistem absensi konvensional di SMPIT Utsman Bin Affan Surabaya masih memakan waktu, rentan terhadap kesalahan, dan kurang efisien dalam rekapitulasi data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem absensi siswa digital berbasis pengenalan wajah guna mengotomatisasi proses presensi. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *Prototyping*. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Python*, antarmuka *React*, basis data *SQLite*, serta pustaka *OpenCV* yang menerapkan algoritma *Haar Cascade Classifier* untuk deteksi wajah dan *Euclidean Distance* untuk ekstraksi fitur. Pengujian sistem dilakukan melalui *Black Box Testing* untuk fungsionalitas dan *Confusion Matrix* untuk akurasi pengenalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah dilakukan optimasi algoritma—berupa penerapan *Histogram Equalization*, penyesuaian ambang batas (*threshold*) menjadi 3000, dan *Confidence Gap* 15%—sistem berhasil mencapai tingkat akurasi 100% pada kondisi pencahayaan normal dengan jarak ideal 30-60 cm. Kesimpulannya, sistem absensi berbasis pengenalan wajah ini berhasil beroperasi secara efektif, akurat, dan dapat meminimalisir waktu administrasi kehadiran siswa.

Kata kunci: Sistem Absensi; Pengenalan Wajah; Haar Cascade; Euclidean Distance; Python.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 telah membawa dampak signifikan terhadap berbagai sektor, termasuk sektor pendidikan (Andriyani Sariwardani, 2024). Integrasi teknologi informasi dan komunikasi dalam manajemen pendidikan terbukti berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional, mutu pembelajaran, serta kemudahan akses terhadap layanan pendidikan

Naskah Masuk:15 Oktober 2026; Revisi: 16 Oktober 2026; Diterima: 17 Oktober 2026; Terbit: 29 Oktober 2026

(Harini, Ripki, Sulistianingsih, Herlina, & Putri, 2024). Transformasi digital di sekolah bertujuan untuk mengotomatisasi proses administratif yang sebelumnya memakan waktu, sehingga tenaga pendidik dapat lebih fokus pada kegiatan belajar mengajar (Widyasari, 2025). Menurut (Widyasari, 2025) penggunaan teknologi informasi yang tepat guna dapat meminimalisir human error dalam pengelolaan data sekolah bagi seluruh pemangku kepentingan, mulai dari guru, siswa, hingga orang tua.

Salah satu aspek administratif yang paling krusial dalam manajemen sekolah adalah pencatatan kehadiran atau absensi siswa (Fikri, Farismana, & Amalia, 2022). Absensi bukan hanya sekadar data statistik kehadiran, melainkan indikator kedisiplinan (Fahmi Kamal, Widi Winarso, & Wastam Wahyu Hidayat, 2020). Data kehadiran yang akurat dan real-time sangat dibutuhkan oleh pihak sekolah untuk melakukan evaluasi kedisiplinan serta pengambilan keputusan yang cepat jika terjadi masalah ketidakhadiran (Ridwan, n.d.).

Meskipun urgensi data kehadiran sangat tinggi, banyak institusi pendidikan yang masih terjebak pada metode pencatatan konvensional atau semi-konvensional yang tidak efisien (Mustofa et al., 2021). Metode manual, seperti memanggil nama siswa satu per satu di dalam kelas (roll call), memiliki banyak kelemahan mendasar. Proses ini menyita waktu efektif pembelajaran, rentan terhadap manipulasi data, dan berisiko tinggi terjadi kesalahan pencatatan atau rekapitulasi. Selain itu, penggunaan kertas atau pencatatan manual menyulitkan proses pencarian data historis dan memperlambat penyampaian informasi kehadiran kepada orang tua, yang seharusnya bisa dilakukan secara instan di era digital ini (Rahim et al., 2026).

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, teknologi biometrik, khususnya pengenalan wajah (Face Recognition), muncul sebagai solusi yang unggul dibandingkan metode lainnya. Berbeda dengan fingerprint yang memerlukan kontak fisik—yang sempat menjadi isu kesehatan pasca-pandemi—face recognition menawarkan proses verifikasi nirkontak (contactless) yang lebih higienis dan cepat. Teknologi ini memanfaatkan algoritma kecerdasan buatan untuk mencocokkan fitur wajah siswa dengan basis data secara akurat dalam hitungan detik. Riset terkini menegaskan bahwa implementasi face recognition tidak hanya mencegah kecurangan absensi karena validasi biologis yang unik, tetapi juga secara signifikan mempercepat alur masuk siswa tanpa menimbulkan antrean panjang (Zhao, Zhao, & Qu, 2022).

Fakta mengenai ketidakefisienan metode konvensional ini ditemukan secara langsung di lapangan. Melalui wawancara pendahuluan yang dilakukan dengan salah satu tenaga pendidik di SMPIT Utsman Bin Affan Surabaya pada 10 Desember 2025, terungkap bahwa sistem pencatatan kehadiran yang berjalan saat ini masih bertumpu pada pendataan manual. Setiap pergantian jam pelajaran atau di awal hari, guru diwajibkan untuk mengecek kehadiran siswa secara bergantian dan mencatatnya ke dalam buku presensi. Praktik ini diakui secara langsung telah membebani beban kerja administratif guru serta memotong waktu efektif kegiatan belajar mengajar yang seharusnya dapat dioptimalkan. Lebih lanjut, ketiadaan mekanisme otomatisasi yang terpusat menyebabkan proses rekapitulasi data di akhir bulan memakan waktu yang lama dan masih sangat rentan terhadap kelalaian manusia (*human error*) (Arif, Wawancara Pribadi, Desember 2025).

Merespons permasalahan di SMPIT UTSMAN BIN AFFAN tersebut, diperlukan sebuah terobosan sistem yang mampu mengotomatisasi seluruh proses presensi tanpa intervensi manual dari guru. Solusi yang diajukan adalah perancangan sistem absensi siswa digital menggunakan teknologi face recognition. Dalam skema ini, siswa cukup menghadapkan wajah ke kamera yang terintegrasi dengan sistem saat tiba di sekolah atau di kelas. Sistem akan secara otomatis mendeteksi identitas siswa, mencatat waktu kehadiran, dan langsung mengirimkan data tersebut ke database server sekolah secara real-time. Dengan demikian, guru tidak perlu lagi memanggil nama siswa atau melakukan input data manual, sehingga fokus guru dapat sepenuhnya tercurah pada materi pembelajaran sejak menit pertama kelas dimulai.

Penelitian mengenai sistem absensi wajah memang telah banyak dilakukan, namun mayoritas penelitian sebelumnya berfokus pada perpindahan dari sistem kertas ke sistem digital sepenuhnya. Penelitian ini memiliki gap (celah) spesifik, yaitu berfokus pada optimalisasi sistem yang sudah ada (semi-digital/web manual) menjadi sistem yang sepenuhnya otomatis (fully automated) di lingkungan sekolah menengah pertama. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak SMPIT UTSMAN BIN AFFAN untuk memangkas waktu administrasi guru dan meningkatkan validitas data kehadiran. Tanpa adanya pembaruan teknologi ini, investasi sekolah pada sistem web yang sudah ada menjadi kurang bernilai guna karena kemacetan proses (bottleneck) masih terjadi pada tahap input data.

Berdasarkan pemaparan kondisi rill di SMPIT Utsman Bin Affan dan potensi teknologi biometrik dalam memecahkan masalah efisiensi tersebut, maka pengembangan sistem ini menjadi sangat penting untuk dilakukan. Oleh karena itu, penulis mengangkat judul "Rancang Bangun Sistem Absensi Siswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade di SMPIT Utsman Bin Affan Surabaya" sebagai upaya memberikan solusi teknologis yang aplikatif, efisien, dan modern bagi manajemen sekolah.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Pengertian Sistem

Sistem merupakan konsep fundamental dalam pengembangan teknologi informasi. Menurut (Kom., Dan, Comm., & Pebriana, 2021), sistem merupakan suatu mekanisme atau tata cara yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan tertentu secara berulang dan sistematis. Secara umum, sistem informasi adalah kumpulan komponen yang saling terintegrasi antara manusia, teknologi (hardware, software, jaringan), data, dan prosedur yang bekerja sama untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan menyebarkan informasi. Dengan adanya sistem informasi yang efisien, sebuah organisasi dapat mengelola data dengan lebih baik, membuat keputusan yang lebih tepat, dan meningkatkan kinerja secara keseluruhan.

B. Pengertian Absensi

Absensi merupakan proses pencatatan kehadiran seseorang dalam suatu kegiatan, khususnya di lingkungan pendidikan seperti sekolah atau universitas. Sistem absensi digunakan untuk memonitor tingkat kehadiran siswa atau mahasiswa dalam kegiatan belajar mengajar. Dalam konteks modern, sistem ini tidak hanya berfungsi administratif, tetapi juga sebagai alat manajemen untuk meningkatkan efisiensi, disiplin, serta kualitas pembelajaran di lembaga pendidikan.

Menurut (Hartono, 2025), sistem absensi berbasis teknologi — seperti presence system dan analitik data besar (Big Data) — mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan kehadiran dalam era Revolusi Industri 4.0. Penggunaan sistem digital juga mendukung transparansi dan mengurangi kesalahan administratif. Hal ini sejalan dengan penelitian (Ishaq & Bibi, 2023) yang menjelaskan bahwa sistem absensi pintar berbasis RFID dapat membantu lembaga pendidikan memantau kehadiran siswa secara otomatis dan real-time, meningkatkan efektivitas pengawasan akademik.

Absensi bukan sekadar proses administratif, melainkan instrumen penting dalam menjaga kedisiplinan, tanggung jawab, serta kinerja akademik siswa. Implementasi sistem absensi digital membantu lembaga pendidikan meningkatkan efisiensi, akurasi, serta transparansi dalam memantau kehadiran. Dengan demikian, pengelolaan absensi yang efektif dapat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan mutu pendidikan dan pencapaian tujuan akademik lembaga.

C. Teknologi Face Recognition

Menurut (Ali, Tian, Din, Iradukunda, & Khan, 2021), teori dasar pengenalan wajah didasarkan pada konsep representasi fitur — yaitu bagaimana sistem memetakan karakteristik wajah (seperti bentuk mata, hidung, dan jarak antar fitur) ke dalam ruang vektor multidimensi. Pendekatan modern menggunakan model deep neural network untuk mengenali wajah secara otomatis tanpa perlu rekayasa fitur manual sebagaimana metode klasik seperti Eigenfaces atau Fisherfaces. Sistem modern ini terbukti jauh lebih akurat dalam menghadapi kondisi lingkungan yang kompleks seperti pencahayaan berbeda, sudut wajah, atau ekspresi wajah.

Teknologi ini merepresentasikan sebuah metode biometrik non-kontak yang memanfaatkan algoritma kompleks berbasis Deep Learning untuk mengidentifikasi individu melalui fitur wajah yang unik dan tidak mudah ditiru (Insani & Santoso, 2024). Pengenalan wajah telah menjadi solusi penting dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem keamanan dan absensi, karena kemampuannya dalam memverifikasi identitas pengguna secara akurat dan efisien (Abdillah, Siwa, R. L Bau, & Yunarti, 2024). Secara teori, teknologi pengenalan wajah adalah integrasi antara ilmu pengolahan citra, pembelajaran mesin, dan teori pengenalan pola. Inovasi berbasis deep learning telah meningkatkan akurasi pengenalan secara signifikan, memungkinkan aplikasi luas dalam keamanan, sistem absensi, hingga autentikasi digital. Namun, penting juga untuk menyeimbangkan kemajuan teknologi ini dengan regulasi etis dan perlindungan privasi individu.

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D). Dalam pengembangan perangkat lunaknya, pendekatan yang digunakan adalah System Development Life Cycle (SDLC). Dari berbagai jenis model SDLC yang tersedia, penelitian ini menggunakan model Prototyping (Prototipe). Objek utama dalam penelitian ini adalah pengembangan

sistem absensi cerdas berbasis face recognition (pengenalan wajah). Adapun yang menjadi subjek penelitian atau populasi uji coba dalam implementasi sistem ini adalah siswa-siswi kelas Kelas VIII di SMPIT Utsman Bin Affan. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi (pengamatan langsung), wawancara (*interview*), dan studi pustaka (*literature review*). Perangkat keras yang digunakan adalah laptop/personal computer (PC) dan kamera web (*webcam*). Adapun Kebutuhan perangkat lunak meliputi Lingkungan Sistem & Deployment menggunakan Podman, Bahasa Pemrograman Python dan JavaScript (Node.js), Framework & Pustaka (Libraries) berupa FastAPI & Uvicorn, React 19 & Vite 8, OpenCV, NumPy, SQLite3 & Pickle, ReportLab, dan python-jose & bcrypt.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras meliputi pemasangan komputer (Laptop) sebagai pengolah data (server lokal) dan kamera web (webcam) sebagai media penangkap citra wajah siswa. Perangkat ini dipasang di sandaran kursi SMPIT Utsman Bin Affan Surabaya. Kamera web ditempatkan di tempat yang tidak terlalu tinggi dan rendah untuk memastikan posisi wajah terlihat jelas dan lurus menghadap kamera (frontal face). Hal ini penting karena algoritma Haar Cascade bekerja secara optimal pada wajah yang menghadap tegak lurus ke depan. Selain itu, pemasangan perangkat juga memperhatikan arah datangnya cahaya lampu ruangan agar wajah siswa tidak mengalami backlight (cahaya membelakangi objek) yang dapat mengganggu akurasi pengenalan.



Gambar 1 Posisi Pemasangan Webcam



Gambar 2 Proses Registrasi/Absensi

Implementasi Perangkat Lunak dan Basis Data

Sistem perangkat lunak diimplementasikan menggunakan arsitektur Client-Server berbasis web.

1) Perangkat Lunak Utama (Backend & Frontend):

Sisi backend (logika sistem dan pengolahan citra) dibangun menggunakan framework FastAPI dengan bahasa pemrograman Python. Pengolahan citra wajah dilakukan menggunakan pustaka OpenCV, sedangkan perhitungan matematis dijalankan menggunakan NumPy. Sisi frontend (antarmuka pengguna) dibangun menggunakan pustaka React 19 agar antarmuka dapat diakses dengan cepat dan interaktif melalui browser.

2) Implementasi Basis Data (Database):

Sistem menggunakan SQLite sebagai sistem manajemen basis data relasional (absensi.db) karena ringan dan terintegrasi langsung dengan Python. Sistem ini juga menggunakan modul Pickle untuk menyimpan model fitur wajah ke dalam sebuah file memori biner (faces_data.pkl). Struktur tabel SQLite yang digunakan terdiri dari dua tabel utama, yaitu:

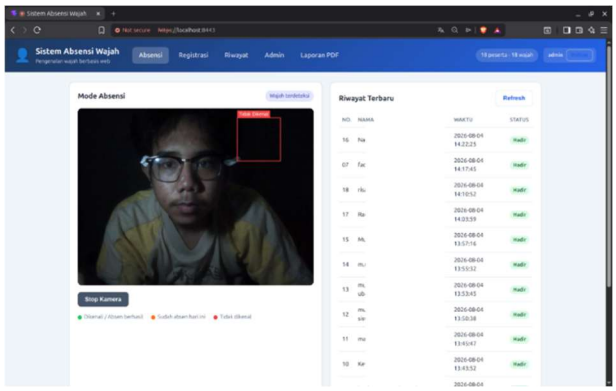
a) Tabel peserta: Digunakan untuk menyimpan data siswa yang telah terdaftar. Terdiri dari kolom nomor_absen (sebagai Primary Key) dan nama.
b) Tabel absensi: Digunakan untuk menyimpan rekam jejak kehadiran. Terdiri dari kolom id, nomor_absen, nama, waktu (dengan format YYYY-MM-DD HH:MM:SS), dan status kehadiran ("Hadir", "Izin", atau "Sakit").

Implementasi Antarmuka Pengguna (GUI)

Antarmuka pengguna dirancang berbasis web agar dapat diakses oleh admin atau guru piket dengan mudah melalui browser. Berikut adalah halaman-halaman utama dari sistem absensi:

1) Halaman Utama Absensi (Live Attendance)

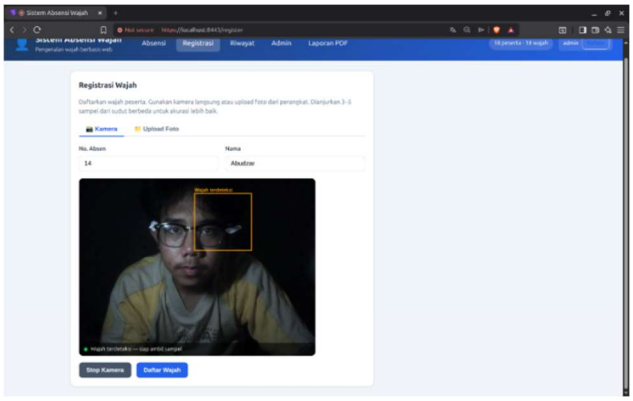
Halaman ini adalah tampilan utama yang dibiarkan menyala saat jam masuk sekolah. Halaman ini menggunakan teknologi WebRTC (getUserMedia) untuk mengaktifkan kamera secara langsung. Sistem akan secara otomatis menangkap gambar (frame) setiap 800 milidetik dan memproses wajah yang lewat. Jika wajah dikenali, sistem akan menampilkan nama siswa di atas kepalanya (Bounding Box) dan langsung mencatat kehadirannya pada tabel daftar hadir di sisi layar.



Gambar 3 Antarmuka Halaman Absensi

2) Halaman Registrasi Wajah

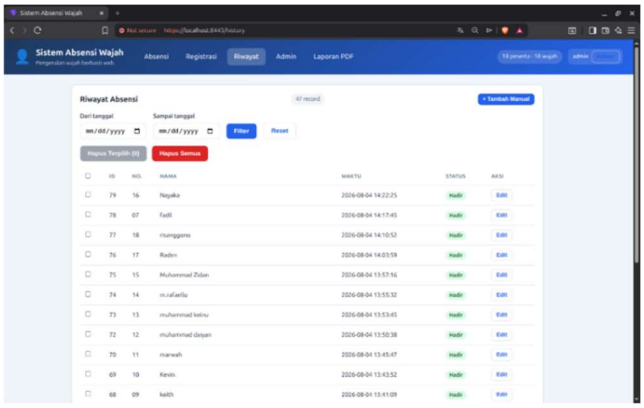
Halaman ini digunakan oleh guru untuk mendaftarkan wajah siswa baru ke dalam database. Terdapat formulir untuk memasukkan Nomor Absen dan Nama siswa. Tampilan kamera akan mendeteksi kotak wajah secara real-time untuk memastikan posisi sudah pas sebelum tombol "Daftarkan" ditekan. Setelah ditekan, sistem akan mengolah wajah dan menyimpannya sebagai sampel vektor ke dalam file pickle.



Gambar 4 Antarmuka Halaman Pendaftaran Wajah Baru

3) Halaman Riwayat Kehadiran (Data Absensi)

Halaman ini digunakan oleh pihak tata usaha atau guru untuk melihat rekapitulasi data kehadiran siswa. Tabel akan menampilkan Nama, Nomor Absen, Waktu kedatangan, dan Status. Admin juga dapat melakukan filter pencarian berdasarkan rentang tanggal tertentu, serta mengunduh laporan tersebut menjadi dokumen fisik berformat PDF.



Gambar 5 Antarmuka Halaman Dats Rekapitulasi Kehadiran

B. Hasil Pengujian Sistem

Hasil Pengujian Black Box

Pengujian Black Box bertujuan untuk memastikan seluruh fungsionalitas antarmuka dan fitur sistem berjalan sesuai dengan perancangan. Pengujian difokuskan pada fitur-fitur krusial seperti registrasi, absensi otomatis, pencegahan absensi ganda, dan ekspor data.

Tabel 1 Hasil Pengujian Black Box

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Mendaftarkan wajah siswa baru beserta nama dan nomor absen.	Sistem mendeteksi wajah, menangkap fitur, dan menyimpannya ke dalam *database* memori (*pickle*) serta SQLite.	Wajah berhasil ditangkap dan data siswa muncul di daftar peserta.	**Berhasil**
2	Menghadapkan wajah terdaftar ke kamera pada halaman utama absensi.	Sistem mendeteksi wajah, memunculkan kotak (*bounding box*) dengan nama siswa, dan mencatat status "Hadir".	Nama siswa muncul secara *real-time* dan riwayat kehadiran bertambah di layar.	**Berhasil**
3	Menguji validasi absensi ganda (menghadapkan	Sistem mendeteksi wajah, namun menolak untuk mencatat kembali	Sistem mengenali wajah tetapi mencegah	**Berhasil**

	kembali wajah yang sama di hari yang sama).	status kehadirannya ke *database*.	pencatatan absensi duplikat.	
4	Menghadapkan wajah orang asing (tidak terdaftar) ke kamera absensi.	Sistem memunculkan kotak deteksi namun melabelinya sebagai "Tidak Dikenal" dan tidak mencatatnya.	Wajah berlabel "Tidak Dikenal" dan tabel absensi tidak bertambah.	**Berhasil**
5	Mengunduh laporan rekapitulasi absensi bulanan atau mingguan.	Sistem memproses data riwayat menjadi dokumen PDF yang dapat diunduh.	Dokumen PDF berhasil terunduh dengan format tabel rekap yang benar.	**Berhasil**

Hasil Pengujian Akurasi Pengenalan Wajah

Pengujian akurasi (Confusion Matrix) dilakukan selama 3 (tiga) hari berturut-turut untuk menguji performa keandalan algoritma Euclidean Distance. Skenario pengujian ini melibatkan 18 orang siswa terdaftar dan 5 orang asing (tidak terdaftar) sebagai data uji negatif. Pengujian ini dibagi menjadi dua fase berdasarkan evaluasi parameter sistem, yaitu fase sebelum perbaikan dan fase setelah perbaikan algoritma.

1) Pengujian Fase 1 (Hari 1 & 2): Menggunakan Algoritma Awal

Pada hari pertama dan kedua, sistem diuji menggunakan parameter algoritma awal, yaitu nilai batas ambang kemiripan (*threshold*) sebesar **4500** dan tanpa proses pemerataan cahaya.

a) **Hari Pertama:** Jarak wajah diatur sejauh 60 cm dengan pencahayaan normal. Ke-18 siswa berhasil melakukan registrasi dan absensi dengan tingkat keberhasilan 100% pada hari tersebut.

b) **Hari Kedua:** Pengujian absensi diulang kembali pada ke-18 siswa tersebut. Hasilnya, ditemukan tingkat kesalahan identifikasi (*misclassification*) yang sangat tinggi antar sesama siswa. Wajah siswa dikenali oleh sistem, namun dilabeli dengan identitas siswa lain yang salah.

Tabel 2 Daftar Kesalahan Identifikasi pada Hari Kedua (*Treshold* 4500)

No Absen Asli	Hasil Output Sistem (Salah Kenal)
7	Dikenali sebagai siswa No. Absen 13
1	Dikenali sebagai siswa No. Absen 13
5	Dikenali sebagai siswa No. Absen 9
9	Dikenali sebagai siswa No. Absen 19
6	Dikenali sebagai siswa No. Absen 19
15	Dikenali sebagai siswa No. Absen 10

2	Dikenali sebagai siswa No. Absen 6
17	Dikenali sebagai siswa No. Absen 11
19	Dikenali sebagai siswa No. Absen 6
16	Dikenali sebagai siswa No. Absen 13

Kesalahan massal ini membuktikan bahwa threshold 4500 terlalu longgar. Nilai ambang batas yang terlalu tinggi membuat wajah asing atau wajah siswa lain yang memiliki sedikit kemiripan distribusi piksel mudah lolos ke identitas yang salah.

2) Pengujian Fase 2 (Hari 3): Menggunakan Algoritma Perbaikan

Berdasarkan evaluasi pada hari kedua, sistem diperbaiki pada hari ketiga. Perbaikan meliputi:

a) Menurunkan nilai *Threshold* menjadi **3000** agar pengenalan lebih ketat.
b) Menambahkan algoritma *Histogram Equalization* untuk menormalkan pencahayaan gambar.
c) Menambahkan *Confidence Gap* sebesar 15% untuk mencegah sistem salah menebak saat ada dua wajah yang tingkat kemiripannya hampir sama.

Karena adanya perbaikan ini, seluruh siswa didaftarkan ulang. Pengujian hari ketiga dilakukan dengan jarak 60 cm dan pencahayaan normal. Hasilnya, ke-18 siswa berhasil dikenali dengan identitas yang **100% tepat** (tidak ada lagi wajah yang tertukar). Adapun catatan khusus pada pengujian hari ketiga ini adalah sebagai berikut:

a) **Siswa No. Absen 7, 16, dan 17:** Membutuhkan jarak yang lebih dekat ke kamera (kurang lebih 30 cm) agar sistem dapat melakukan ekstraksi dan absensi wajah dengan berhasil.
b) **Siswa No. Absen 9:** Penggunaan kacamata membuat absensi gagal. Wajah baru berhasil dikenali dan dicatat ketika kacamata dilepas.
c) **Siswa No. Absen 12:** Berhasil dideteksi dan diabsen secara konsisten baik saat menggunakan kacamata maupun tanpa kacamata (dengan catatan sampel foto pendaftaran juga menggunakan kacamata).

3) Evaluasi *Confusion Matrix* (Berdasarkan Sistem Final / Hari 3)

Untuk mengukur keandalan sistem final setelah perbaikan, 18 siswa dan 5 orang asing diuji coba untuk absensi. 5 orang asing tersebut seluruhnya gagal melakukan absensi (sistem menolak dan menampilkan label "Tidak Dikenal"). Berikut adalah pemetaan *Confusion Matrix* dari 23 total sampel uji pada sistem final:

a) **True Positive (TP) = 18**, yaitu jumlah wajah terdaftar yang dikenali dengan nama yang benar.
b) **True Negative (TN) = 5**, yaitu jumlah wajah orang asing yang benar ditolak (tidak dikenali) oleh sistem.
c) **False Positive (FP) = 0**, yaitu jumlah wajah asing yang salah terdeteksi sebagai siswa terdaftar.
d) **False Negative (FN) = 0**, yaitu jumlah wajah terdaftar yang gagal dikenali atau salah dikenali sebagai siswa lain.

Berdasarkan data *Confusion Matrix* tersebut, perhitungan tingkat akurasi (ketepatan) sistem final adalah:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{18 + 15}{18 + 5 + 0 + 0} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{23}{23} \times 100\% = 100\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem final memiliki tingkat akurasi sebesar **100%** dalam kondisi ideal dengan pencahayaan normal dan kepatuhan pada jarak optimal (30 - 60 cm).

C. Pembahasan

Analisis Fenomena Kesalahan Identifikasi (Uji Fase 1)

Evaluasi pada pengujian hari kedua menunjukkan fenomena penurunan akurasi yang sangat drastis, di mana 10 dari 18 siswa dikenali dengan identitas yang tertukar (salah pengenalan). Terjadinya kesalahan identifikasi massal ini disebabkan oleh tiga kelemahan fundamental pada algoritma versi awal:

1) Ketiadaan Normalisasi Pencahayaan: Pada versi awal, sistem langsung meratakan nilai piksel mentah (raw pixel) tanpa menyesuaikan pencahayaan gambar. Akibatnya, perubahan intensitas cahaya alami di sekolah antara hari pertama dan hari kedua membuat nilai matriks wajah berubah drastis. Sistem menganggap wajah yang sama di bawah cahaya yang berbeda sebagai wajah yang berbeda pula.
2) Nilai Threshold yang Terlalu Longgar: Angka threshold 4500 merepresentasikan toleransi kesalahan sekitar 17,6% dari jarak maksimal teoritis. Ambang batas ini

terbukti terlalu tinggi, sehingga matriks wajah siswa lain yang memiliki sedikit kemiripan distribusi warna kulit atau bentuk rambut dapat dengan mudah lolos dan salah diidentifikasi sebagai siswa lain.

3) Tidak Adanya Pembanding Selisih Jarak: Algoritma lama hanya mengevaluasi nilai terkecil secara mutlak tanpa melihat kedekatannya dengan kandidat kedua. Hal ini menyebabkan kerancuan ketika ada dua wajah yang tingkat kemiripannya sangat identik di mata komputer.

Signifikansi Perbaikan Algoritma pada Sistem Final (Uji Fase 2)

Penerapan algoritma final pada hari ketiga terbukti mampu menyelesaikan seluruh masalah salah identifikasi hingga mencapai akurasi 100%. Peningkatan performa ini dicapai melalui modifikasi matematis berikut:

1) Penurunan Threshold (3000): Ambang batas ditekan menjadi 11,8%. Penurunan ini secara efektif mencegah 5 wajah orang asing terdeteksi (menghasilkan nilai True Negative sempurna), karena wajah asing harus memiliki kemiripan piksel yang jauh lebih ketat untuk bisa lolos pengenalan.
2) Penerapan Histogram Equalization: Penambahan fungsi cv2.equalizeHist menormalkan distribusi kontras piksel sebelum gambar diekstraksi. Ini membuat fitur wajah menjadi kebal (robust) terhadap fluktuasi pencahayaan ruangan dari hari ke hari, sehingga akurasi pengenalan tetap konsisten.
3) Penerapan Confidence Gap 15%: Aturan ini memaksa sistem untuk hanya menerima hasil pengenalan jika wajah kandidat pertama bernilai minimal 15% lebih dekat dibandingkan kandidat kedua. Aturan ini secara krusial menghilangkan fenomena wajah tertukar antar sesama siswa karena sistem kini mampu membuang hasil tebakan yang meragukan ("hampir seri").

Analisis Pengaruh Jarak Ekstraksi Wajah

Pada pengujian hari ketiga, tercatat siswa dengan Nomor Absen 7, 16, dan 17 memerlukan jarak interaksi yang lebih dekat ke kamera (sekitar 30 cm) dibandingkan rata-rata siswa lain (60 cm). Kondisi ini terjadi karena algoritma Haar Cascade sangat bergantung pada ketajaman fitur persegi (rectangular features) pada area mata, hidung, dan bibir. Jika struktur wajah tertentu tidak menghasilkan kontras bayangan yang cukup tegas dari jarak 60 cm (misalnya karena bentuk kontur wajah yang lebih halus atau pantulan cahaya pada kulit), kamera membutuhkan objek untuk mendekat agar piksel

wajah menangkap lebih banyak detail spasial untuk mencapai batas minimum pendeteksian.

Analisis Pengaruh Aksesoris Penghalang Visual (Kacamata)

Penggunaan aksesoris seperti kacamata memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap keberhasilan algoritma Euclidean Distance karena sifat komputasinya yang membandingkan piksel demi piksel.

Kasus Siswa Nomor Absen 9 (Gagal pakai kacamata, Berhasil saat dilepas): Siswa ini kemungkinan besar mendaftarkan wajah (registrasi) ke dalam sistem tanpa menggunakan kacamata. Ketika absensi dilakukan dengan memakai kacamata, bingkai kacamata mengubah nilai warna piksel pada area mata secara drastis (oklusi wajah). Hal ini menyebabkan nilai Euclidean Distance melonjak drastis melampaui batas threshold 3000, sehingga sistem menolak pengenalan. Ketika kacamata dilepas, nilai piksel kembali cocok dengan sampel di database dan absensi berhasil.

Kasus Siswa Nomor Absen 12 (Berhasil dalam kedua kondisi): Keberhasilan ini didorong oleh proses registrasi (training) yang komprehensif. Karena siswa tersebut mendaftarkan foto sampel wajahnya dengan menyertakan kondisi memakai kacamata, database memiliki referensi vektor matriks area mata dengan bingkai gelap. Dengan demikian, ketika siswa tersebut melakukan absensi menggunakan kacamatanya, perhitungan jarak Euclidean tetap menghasilkan nilai jarak yang sangat kecil dan berhasil diidentifikasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem absensi siswa berbasis pengenalan wajah telah berhasil dirancang dan diimplementasikan secara nyata di SMPIT Utsman Bin Affan Surabaya. Perangkat lunak ini tidak lagi berjalan secara manual, melainkan diotomatisasi melalui arsitektur Client-Server berbasis web. Sisi backend dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework FastAPI, sementara pemrosesan citra digital memanfaatkan pustaka OpenCV dengan algoritma pendeteksi Haar Cascade Classifier dan ekstraksi wajah menggunakan perhitungan metrik Euclidean Distance. Seluruh rekam jejak kehadiran siswa berhasil diintegrasikan dan dikelola dengan baik menggunakan basis data SQLite. Tingkat akurasi sistem dalam mengenali wajah siswa terbukti sangat tinggi. Berdasarkan pengujian menggunakan metode Confusion Matrix yang melibatkan 18 wajah siswa terdaftar dan 5 wajah orang asing, sistem final menghasilkan tingkat akurasi sebesar

100% (tanpa ada satupun False Positive maupun False Negative). Keandalan ini dapat dicapai pada kondisi pencahayaan normal dan jarak ideal (30 - 60 cm) setelah algoritma disempurnakan dengan menerapkan nilai batas ambang (threshold) 3000, penambahan fungsi pemerataan pencahayaan (Histogram Equalization), serta penyesuaian selisih rasio jarak antar kandidat (Confidence Gap) sebesar 15%.

DAFTAR REFERENSI

Abdillah, T., Siwa, S., R. L Bau, R. T., & Yunarti, S. (2024). Aplikasi Absensi Siswa Menggunakan Face API Recognition. *Digital Transformation Technology*, *4*(1), 497–503. https://doi.org/10.47709/digitech.v4i1.4342

Ali, W., Tian, W., Din, S. U., Iradukunda, D., & Khan, A. A. (2021). Classical and modern face recognition approaches: a complete review. *Multimedia Tools and Applications*, *80*(3), 4825–4880. https://doi.org/10.1007/s11042-020-09850-1

Andriyani Sariwardani. (2024). MANAJEMEN PENDIDIKAN DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAN SOCIETY 5.0. *Journal Central Publisher*, *1*(9), 1035–1048. https://doi.org/10.60145/jcp.v1i9.201

Fahmi Kamal, Widi Winarso, & Wastam Wahyu Hidayat. (2020). PENGARUH ABSENSI FINGERPRINT TERHADAP PENINGKATAN DISIPLIN KERJA PEGAWAI PADA KEMENTERIAN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Manajemen*, *16*(2), 32–49. https://doi.org/10.31599/jiam.v16i2.352

Fikri, M. A., Farismana, R., & Amalia, D. (2022). PENERAPAN SISTEM INFORMASI ABSENSI SIDIK JARI (SIADIK) DENGAN WEB SMS GATEWAY. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (NADIMAS)*, *1*(1), 1–9. https://doi.org/10.31884/nadimas.v1i1.4

Harini, H., Ripki, A. J. H., Sulistianingsih, S., Herlina, H., & Putri, A. (2024). Digital Transformation: The Utilization of Information and Communication Technology to Enhance Educational Management Efficiency in the Modern Era. *Jurnal Minfo Polgan*, *13*(2), 1668–1674. https://doi.org/10.33395/jmp.v13i2.14195

Hartono, R. (2025). *Sistem Informasi Absensi Dan Pencatatan Kegiatan Harian Mahasiswa Magang Berbasis Website*. Retrieved from https://journal.jci.co.id/jisbt/article/view/302/111

Insani, M. K., & Santoso, D. B. (2024). Perbandingan Kinerja Model Pre-Trained CNN (VGG16, RESNET, dan INCEPTIONV3) untuk Aplikasi Pengenalan Wajah pada Sistem Absensi Karyawan. *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi*, *5*(3), 2612–2622. https://doi.org/10.35870/jimik.v5i3.925

Ishaq, K., & Bibi, S. (2023). *IoT BASED SMART ATTENDANCE SYSTEM USING RFID: A SYSTEMATIC LITRATURE REVIEW*. (Aug).

Kom., S. I., Dan, M. G., Comm., M., & Pebriana, R. (2021). *Sistem Pengendalian Manajemen*.

Mustofa, A., Abdullah, M., Hamid, A., Ayu, R., Rohmah, F., Rohmah, N., … Sa'diyah,

I. (2021). Pembuatan Sistem Absensi Fingerprint dan Monitoring Kehadiran Berbasis Web Menggunakan Framework Laravel di SMK Al Miftah Pamekasan. *SEWAGATI*, *5*(3), 335–342. https://doi.org/10.12962/j26139960.v5i3.91

Rahim, N. R., Jalil, A. A. A., Wahid, A. A. A., Sidhu Surjit Singh, A. S., Fitri Mohamad Khairizal, M. H., & Hardi, R. (2026). https://rsisinternational.org/journals/ijriss/article.php?id=4266. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, *IX*(XII), 2083–2091. https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.91200158

Ridwan. (n.d.). Absen Manual Sudah Usang, Saatnya Beralih ke Presensi Digital. Retrieved from https://sekolahkita.net/absen-manual-sudah-usang-saatnya-beralih-ke-presensi-digital/

Widyasari, E. (2025). THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN IMPROVING SCHOOL ADMINISTRATION MANAGEMENT. *International Journal of Social and Education (INJOSEDU*, *2*(2), 626–643.

Zhao, M., Zhao, G., & Qu, M. (2022). College Smart Classroom Attendance Management System Based on Internet of Things. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*, 1–9. https://doi.org/10.1155/2022/4953721