

Pengembangan Sistem Monitoring Ketidakhadiran Siswa berbasis *Face Recognition* dan *Geolocation*

Development of a Student Absence Monitoring System Based on Face Recognition and Geolocation

¹Muhamad Pardi, ²Indra Maulana*

^{1,2}Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Fakultas Pendidikan, Institut Prima Bangsa

^{1,2}Jl. Brigjend Dharsono Bypass No.20, Kedawung, Cirebon, Jawa Barat, Indonesia

*e-mail: indramaulana360@gmail.com

(received: 31 May 2026, revised: 1 July 2026, accepted: 3 July 2026)

Abstrak

Pengelolaan data ketidakhadiran siswa di sekolah masih banyak dilakukan secara manual sehingga memerlukan waktu dan tenaga, terutama bagi guru piket dalam memantau siswa yang tidak hadir. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi sistem monitoring ketidakhadiran siswa berbasis *face recognition* dan *geolocation* untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan kehadiran di sekolah. Sistem dikembangkan menggunakan model ADDIE dan diimplementasikan berbasis web dengan memanfaatkan *library face-api.js* untuk pengenalan wajah serta rumus *Haversine* untuk validasi lokasi presensi. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian fungsional, pengujian akurasi pengenalan wajah, uji impostor, dan validasi ahli berdasarkan karakteristik ISO/IEC 25010. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan tingkat akurasi sebesar 98,72% dengan rata-rata waktu pemrosesan 226,543 ms. Validasi oleh tiga ahli menunjukkan bahwa sistem berada pada kategori sangat layak untuk digunakan. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem dapat mendukung monitoring dan pengelolaan ketidakhadiran siswa secara lebih efisien, meskipun performanya masih dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan kemiripan wajah tertentu.

Kata kunci: face recognition, geolocation, monitoring ketidakhadiran siswa, presensi siswa.

Abstract

Student absence management in schools is still largely performed manually, requiring considerable time and effort, particularly for duty teachers responsible for monitoring absent students. This study aims to develop and evaluate a student absence monitoring system based on face recognition and geolocation to improve the efficiency of attendance management in schools. The system was developed using the ADDIE model and implemented as a web-based application by integrating the *Face-api.js* library for facial recognition and the *Haversine* formula for attendance location verification. System evaluation was conducted through functional testing, face recognition accuracy testing, impostor testing, and expert validation based on the ISO/IEC 25010 software quality characteristics. The results demonstrate that the proposed system achieved a face recognition accuracy of 98.72% with an average processing time of 226.543 ms. Expert validation involving three evaluators indicated that the system was classified as highly suitable for practical implementation. These findings suggest that the proposed system can effectively support more efficient monitoring and management of student absences. However, its performance remains influenced by lighting conditions and the similarity of certain facial features.

Keywords: face recognition, geolocation, student absence monitoring, student attendance.

1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital mendorong transformasi dalam pengelolaan administrasi sekolah, termasuk sistem pencatatan kehadiran siswa yang berperan sebagai indikator kedisiplinan serta dasar pengambilan keputusan akademik [1]. Meskipun demikian, proses pencatatan dan pengelolaan data kehadiran di berbagai sekolah masih banyak dilakukan secara konvensional sehingga kurang mampu mendukung penyediaan informasi yang cepat, akurat, dan terintegrasi [2].

Berdasarkan hasil observasi di SMA Negeri 9 Cirebon, proses monitoring ketidakhadiran siswa masih dilakukan secara manual oleh guru piket dengan mendatangi setiap kelas pada saat kegiatan belajar mengajar berlangsung untuk memperoleh informasi siswa yang tidak hadir. Pada kondisi tertentu, seperti saat hujan deras pada pagi hari, jumlah siswa yang tidak hadir dapat mencapai lebih dari 300 orang. Data ketidakhadiran yang diperoleh kemudian direkap secara manual dan disampaikan kepada pihak terkait untuk keperluan pemantauan maupun pelaporan. Proses ini memerlukan waktu, berpotensi menimbulkan keterlambatan informasi, serta meningkatkan beban administrasi guru piket.

Selain digunakan untuk pemantauan harian, data ketidakhadiran siswa juga diperlukan untuk penyusunan laporan kehadiran pada akhir semester. Berdasarkan hasil observasi, rekapitulasi jumlah ketidakhadiran masih dilakukan secara manual oleh ketua kelas atau sekretaris kelas dengan menghitung kembali data izin, sakit, dan tanpa keterangan dari berbagai sumber pencatatan. Proses tersebut berpotensi menimbulkan kesalahan rekapitulasi serta menyulitkan penyediaan informasi ketidakhadiran secara cepat dan akurat.

Sistem presensi tradisional, seperti daftar hadir berbasis kertas dan mesin fingerprint, memiliki keterbatasan struktural. Metode manual berisiko terhadap kesalahan pencatatan, kerusakan fisik dokumen, serta inkonsistensi dalam proses rekapitulasi data. Di sisi lain, perangkat biometrik statis seperti sidik jari berpotensi menimbulkan antrean pada jam masuk sekolah dan isu higienitas akibat kontak fisik langsung dengan alat, terutama pada lingkungan dengan jumlah siswa yang besar. Selain itu, sistem tersebut belum sepenuhnya mampu menutup celah kecurangan, seperti penitipan absen (*buddy punching*) atau presensi oleh pihak lain, karena verifikasi identitas dan lokasi belum terintegrasi secara komprehensif [3].

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem yang mampu mengotomatisasi proses pencatatan kehadiran sekaligus mendukung pengelolaan dan monitoring ketidakhadiran siswa secara terintegrasi. Sistem yang mampu melakukan verifikasi identitas, validasi lokasi, serta penyampaian informasi ketidakhadiran secara otomatis berpotensi mengurangi beban administrasi dan meningkatkan akurasi data yang dihasilkan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi sistem monitoring ketidakhadiran siswa berbasis *face recognition* dan *geolocation* yang terintegrasi dengan mekanisme distribusi informasi otomatis. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mendukung pengelolaan kehadiran dan ketidakhadiran siswa secara lebih efektif, efisien, dan akuntabel.

2 Tinjauan Literatur

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa teknologi *face recognition* dapat dimanfaatkan untuk proses autentikasi identitas dengan tingkat akurasi yang tinggi. Implementasi menggunakan Face-API.js telah diterapkan pada sistem verifikasi SIM digital, kontrol akses area, serta sistem informasi rumah sakit dengan tingkat akurasi mencapai lebih dari 86% hingga 100% pada kondisi pengujian tertentu [4][5][6][7]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *face recognition* memiliki potensi sebagai metode identifikasi yang praktis dan efektif untuk mendukung proses otomatisasi layanan berbasis identitas.

Pada bidang presensi, teknologi *face recognition* telah digunakan untuk mendukung pencatatan kehadiran secara otomatis baik pada lingkungan pendidikan maupun organisasi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem presensi berbasis pengenalan wajah mampu mengurangi potensi kecurangan dan meningkatkan efisiensi proses pencatatan kehadiran [8][9]. Penelitian Saputra dkk. [2] mengembangkan sistem presensi siswa berbasis Face-API.js yang terintegrasi dengan *WhatsApp Gateway* untuk mendukung penyampaian informasi kehadiran. Namun, penelitian tersebut belum mengimplementasikan validasi lokasi berbasis *geolocation* sebagai mekanisme verifikasi tambahan dalam proses presensi.

Penelitian Jubaedi dkk. [10] mengembangkan sistem monitoring absensi siswa yang terintegrasi dengan notifikasi WhatsApp untuk mendukung penyampaian informasi kehadiran secara *real-time* kepada pihak terkait. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan autentikasi wajah dan validasi lokasi sebagai mekanisme verifikasi kehadiran. Selain itu, fokus penelitian masih berada pada penyampaian informasi kehadiran dan belum secara khusus mendukung monitoring ketidakhadiran siswa melalui integrasi berbagai teknologi verifikasi.

Untuk meningkatkan validitas presensi, beberapa penelitian mengintegrasikan *face recognition* dengan teknologi *geolocation*. Pendekatan tersebut memungkinkan sistem melakukan verifikasi identitas sekaligus memastikan pengguna berada pada lokasi yang telah ditentukan [11][12]. Integrasi ini terbukti mampu mengurangi potensi manipulasi lokasi dan meningkatkan keandalan data kehadiran yang dihasilkan.

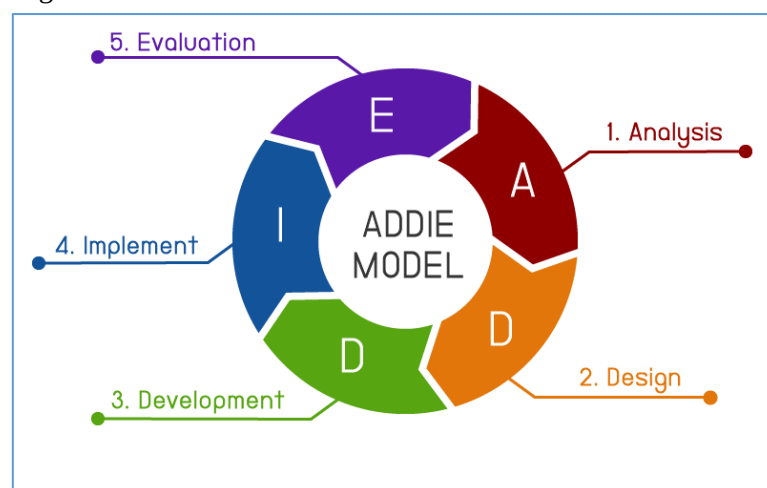
Berbagai penelitian terdahulu telah mengimplementasikan *face recognition*, *geolocation*, maupun notifikasi WhatsApp untuk mendukung proses presensi. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pencatatan dan verifikasi kehadiran siswa. Aspek pengelolaan informasi ketidakhadiran setelah proses presensi berlangsung masih relatif terbatas. Dalam praktiknya, sekolah tidak hanya memerlukan data siswa yang hadir, tetapi juga membutuhkan mekanisme yang mampu menyediakan informasi keterlambatan, izin, sakit, dan tanpa keterangan secara cepat untuk mendukung kegiatan monitoring, tindak lanjut wali kelas, serta penyusunan laporan administrasi kehadiran. Akibatnya, proses pengumpulan, rekapitulasi, dan distribusi informasi ketidakhadiran masih banyak dilakukan secara manual dan berulang.

Berdasarkan analisis tersebut, kebaruan penelitian ini tidak hanya terletak pada integrasi *face recognition*, *geolocation*, dan notifikasi WhatsApp, tetapi juga pada perubahan orientasi sistem dari sekadar alat presensi menjadi sistem monitoring ketidakhadiran siswa. Sistem yang dikembangkan mampu mengelola dan mendistribusikan informasi keterlambatan, izin, sakit, dan tanpa keterangan secara otomatis kepada wali kelas. Pendekatan ini dirancang untuk mengurangi proses administrasi manual yang selama ini dilakukan oleh guru piket, mempercepat penyampaian informasi kepada pihak terkait, serta mendukung pengelolaan data ketidakhadiran siswa secara lebih efektif dan terintegrasi.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)*. Model *ADDIE* dipilih karena bersifat sistematis dan terstruktur dalam mengembangkan suatu produk teknologi pendidikan.

Model *ADDIE* terdiri atas lima tahapan utama, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Setiap tahapan saling berkaitan dan membentuk siklus pengembangan yang sistematis untuk menghasilkan sistem presensi siswa berbasis *Face Recognition* yang valid dan layak digunakan.



Gambar 1 Model ADDIE

a. Analysis

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pengguna dalam pengelolaan presensi siswa. Berdasarkan observasi lapangan, guru piket harus berkeliling ke sejumlah kelas untuk mencatat ketidakhadiran siswa (alpa, izin, dan sakit) secara manual, yang kemudian direkap kembali ke dalam sistem administrasi sekolah. Proses tersebut berpotensi menimbulkan keterlambatan, kesalahan pencatatan, serta inkonsistensi data data presensi.

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

Kebutuhan sistem yang dirumuskan meliputi:

- (1) pencatatan kehadiran otomatis,
- (2) validasi identitas siswa untuk mencegah manipulasi presensi,
- (3) penyimpanan data terpusat dan *real-time*,
- (4) notifikasi Whatsapp ke wali kelas ketidakhadiran dan keterlambatan, serta
- (5) penyediaan laporan presensi yang terintegrasi.

b. Design

Tahap perancangan sistem dilakukan dengan menyusun arsitektur sistem, alur proses, serta rancangan basis data dan antarmuka pengguna. Arsitektur sistem dirancang menggunakan model *client-server*, di mana proses deteksi dan ekstraksi ciri wajah dilakukan pada sisi klien (*web browser*) menggunakan library *face-api.js*, sedangkan proses penyimpanan data presensi dan manajemen pengguna dilakukan pada sisi server. Pada tahap ini juga dirancang mekanisme pencocokan wajah berbasis *Face Descriptor* dengan perhitungan *Euclidean Distance*

c. Development

Tahap pengembangan dilakukan dengan merealisasikan rancangan sistem ke dalam aplikasi berbasis web. Proses *Face Recognition* meliputi deteksi wajah, *Liveness Detection*, ekstraksi *descriptor*, dan pencocokan identitas terhadap data yang tersimpan dalam basis data. Data presensi yang telah tervalidasi dikirimkan ke server melalui *API* menggunakan metode *POST* untuk disimpan secara terpusat.

d. Implement

Sistem diimplementasikan melalui uji coba terbatas di lingkungan sekolah untuk mengamati performa dan stabilitas sistem dalam kondisi nyata. Tahap ini bertujuan mengidentifikasi kendala teknis serta memastikan kesesuaian sistem dengan kebutuhan operasional guru piket

e. Evaluation

Tahap evaluasi dilakukan melalui beberapa pendekatan pengujian. Pengujian fungsional menggunakan metode *Blackbox Testing* untuk memastikan setiap fitur sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Evaluasi kualitas perangkat lunak dilakukan melalui validasi ahli sistem yang mengacu pada karakteristik *ISO/IEC 25010*, meliputi *functional suitability*, *accuracy*, *usability*, *performance efficiency*, dan *reliability*.

Pengujian akurasi pengenalan wajah dilakukan melalui percobaan berulang pada satu identitas terdaftar dengan menggunakan nilai ambang batas (*threshold*) tertentu sebagai dasar keputusan identifikasi. Pengujian kinerja sistem dilakukan dengan mengukur waktu pemrosesan sejak proses deteksi hingga pengenalan wajah berhasil dilakukan. Data waktu proses dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan responsivitas sistem dalam kondisi operasional.

Pengujian performa aplikasi web dianalisis menggunakan Google *Lighthouse* untuk menilai aspek performa dan optimalisasi halaman. Validasi *geolocation* dilakukan menggunakan perhitungan jarak berbasis rumus *Haversine* untuk memastikan kesesuaian lokasi presensi dengan radius yang ditentukan. Selain itu, evaluasi penerimaan pengguna dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada siswa dan guru piket untuk menilai kemudahan penggunaan dan kebermanfaatan sistem

3.1 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian terdiri atas 3 guru piket, 37 siswa, dan 3 validator ahli sistem. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 9 Cirebon. Pemilihan guru piket dan siswa dilakukan secara *purposive sampling* berdasarkan keterlibatan langsung dalam pengelolaan presensi. Jumlah Guru piket yang dilibatkan disesuaikan dengan ketersediaan personel yang bertugas sebagai guru piket, sehingga tetap merepresentasikan pengguna utama sistem. Objek penelitian adalah sistem presensi berbasis *Face Recognition* yang dikembangkan, meliputi modul registrasi wajah, presensi harian, dan rekapitulasi kehadiran

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Observasi, Mengamati secara langsung proses presensi dan rekapitulasi kehadiran siswa yang dilakukan oleh guru piket.
- Wawancara Terbatas, Menggali kebutuhan dan kendala yang dihadapi guru piket dalam pengelolaan data presensi.
- Dokumentasi, Mengumpulkan dokumen yang berkaitan dengan alur kerja presensi siswa yang berjalan secara manual sebelum penerapan sistem, serta format laporan kehadiran yang digunakan oleh pihak sekolah sebagai dasar analisis kebutuhan sistem.
- Kuesioner, digunakan untuk memperoleh data evaluasi dari validator ahli sistem serta persepsi pengguna (guru piket dan siswa) terhadap kualitas dan kemudahan penggunaan sistem

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Hasil pengujian fungsional (*Blackbox Testing*) dianalisis untuk memastikan kesesuaian fungsi sistem dengan spesifikasi yang dirancang. Data validasi ahli sistem dan kuesioner pengguna dianalisis menggunakan skala Likert 4 tingkat dengan perhitungan nilai rata-rata sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan :

- $\bar{X}$ = nilai rata-rata
- $\sum X$ = total seluruh skor
- N = jumlah data / responden

Kriteria interpretasi menggunakan interval:

$$I = \frac{\text{Skor Maks} - \text{Skor Min}}{\text{Jumlah Kategori}}$$

Dengan skala 1–4, diperoleh interval sebesar 0,75, sehingga kriteria interpretasi ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 1 Tabel acuan nilai kuesioner

Rentang Nilai	Kategori
1,00 – 1,75	Tidak Layak
1,76 – 2,50	Kurang Layak
2,51 – 3,25	Layak
3,26 – 4,00	Sangat Layak

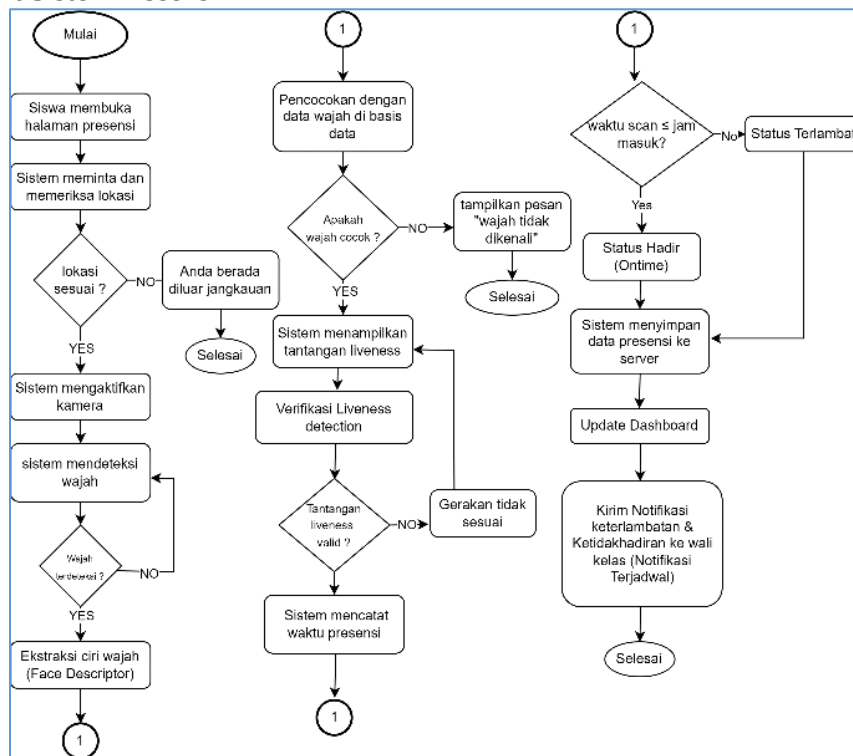
Interval kategori ini digunakan sebagai acuan dalam menganalisis hasil kuesioner validator ahli, guru piket, dan siswa. Data pengujian akurasi dan waktu proses dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan performa sistem dalam kondisi pengujian.

4 Hasil dan Pembahasan

Sistem yang dikembangkan merupakan sistem presensi siswa berbasis web yang memanfaatkan teknologi *Face Recognition* dan *Geolocation* untuk mendukung pendataan kehadiran dan ketidakhadiran siswa secara otomatis, terpusat, dan *real-time*. Sistem ini dirancang untuk mengurangi beban kerja guru piket yang sebelumnya harus mencatat ketidakhadiran siswa secara manual dengan

berkeliling ke setiap kelas, serta menyediakan rekapitulasi kehadiran siswa dalam periode tertentu, seperti rekap presensi per semester.

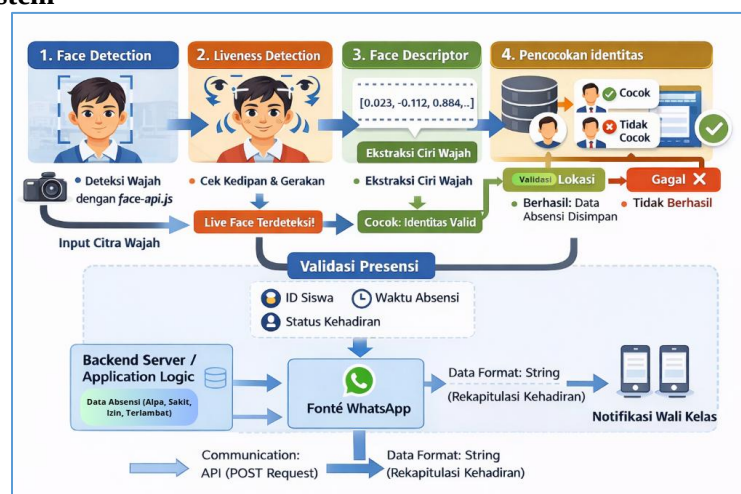
4.1 Flowchart Sistem Absensi



Gambar 2 Flowchart sistem

Flowchart sistem presensi menggambarkan proses yang diawali dengan verifikasi lokasi menggunakan *geolocation*. Jika valid, sistem melakukan deteksi dan pencocokan wajah disertai verifikasi *liveness*. Setelah berhasil, sistem mencatat waktu dan menentukan status hadir atau terlambat. Data kemudian disimpan ke server, direkap, dan notifikasi keterlambatan serta ketidakhadiran dikirimkan kepada wali kelas sesuai konfigurasi sistem.

4.2 Arsitektur Sistem



Gambar 3 Arsitektur sistem

Gambar arsitektur sistem menunjukkan alur kerja presensi berbasis *face recognition* yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu deteksi wajah, *liveness detection*, ekstraksi ciri wajah (*face descriptor*), pencocokan identitas menggunakan *Euclidean Distance*, serta penyimpanan data melalui API ke server. Model pada *face-api.js* digunakan untuk mendeteksi dan mengekstraksi ciri wajah

dalam bentuk vektor numerik yang kemudian dibandingkan dengan data pada basis data. Proses presensi hanya dilanjutkan apabila identitas terverifikasi valid.

Untuk mencegah kecurangan (*spoofing*) menggunakan manipulasi media foto maupun video, penelitian ini menerapkan metode *Liveness Detection* interaktif memanfaatkan analisis titik jangkauan wajah (*face landmarks*) berbasis jaringan saraf tiruan (*neural network*) *face-api.js*. Varian arsitektur yang digunakan adalah *Tiny Face Detector*, yang dipilih karena efisiensinya dalam pemrosesan data pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya (*resource-constrained devices*). Mekanisme ini bekerja dengan merekam koordinat spasial awal wajah pengguna sebagai nilai acuan (*baseline*) saat posisi wajah dinyatakan simetris. Nilai acuan yang dikunci meliputi titik koordinat hidung, jarak celah bukaan bibir, serta posisi vertikal dagu. Selanjutnya, sistem menghitung deviasi spasial koordinat wajah secara real-time dengan parameter frekuensi sampling pemindaian sebesar 300 milidetik. Pemindaian berkala ini berfungsi untuk mendeteksi perubahan posisi fitur wajah berdasarkan instruksi tantangan gerakan (*challenge-response*) yang dimunculkan secara acak, seperti perintah menoleh ke kiri, menoleh ke kanan, dan membuka mulut atau gerakan lainnya.

Validasi dinyatakan berhasil jika perubahan geometri koordinat wajah memenuhi ambang batas pergeseran piksel minimum yang telah ditentukan dan dipertahankan dalam durasi waktu tertentu. Melalui verifikasi perubahan geometri spasial yang dinamis dan acak ini, sistem memiliki integritas yang tinggi dalam memastikan bahwa objek yang dipindai adalah wajah asli pengguna secara langsung di sisi klien.

Setelah identitas terkonfirmasi, sistem melakukan validasi lokasi menggunakan koordinat geografis perangkat pengguna. Jarak antara lokasi siswa dan lokasi sekolah dihitung menggunakan rumus *Haversine* dan dibandingkan dengan radius presensi yang dapat dikonfigurasi oleh admin. Data kehadiran hanya disimpan apabila jarak berada dalam radius yang ditentukan.

Rumus :

$$d = 2r \cdot \arcsin \left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) + \cos(\phi_1) \cdot \cos(\phi_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)} \right)$$

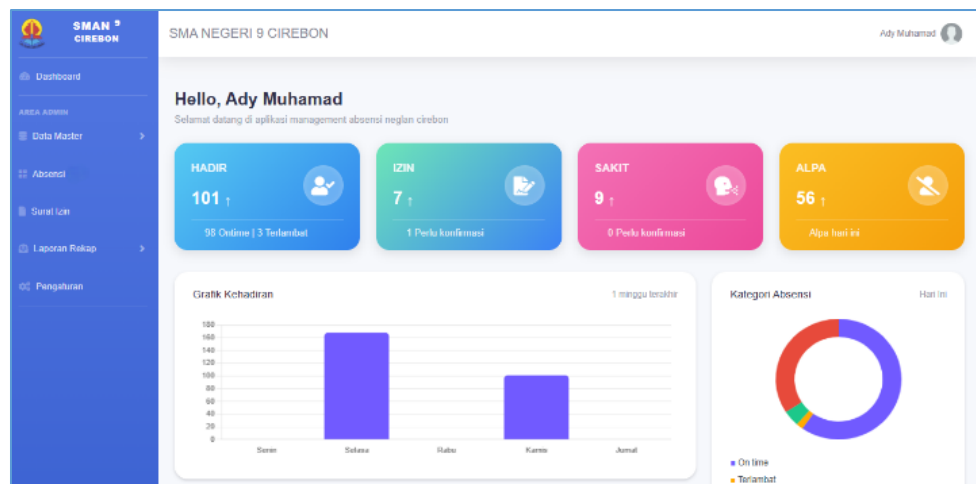
dengan keterangan:

- d adalah jarak antara lokasi siswa dan lokasi sekolah (meter),
- r adalah jari-jari bumi sebesar 6.371.000 meter,
- ϕ_1, λ_1 adalah nilai *latitude* dan *longitude* lokasi sekolah (dalam satuan radian),
- ϕ_2, λ_2 adalah nilai *latitude* dan *longitude* lokasi siswa (dalam satuan radian),
- $\Delta\phi$ adalah selisih nilai *latitude* ($\phi_2 - \phi_1$),
- $\Delta\lambda$ selisih adalah selisih nilai *longitude* ($\lambda_2 - \lambda_1$).

Komunikasi antar elemen sistem dibangun menggunakan *Application Programming Interface (API)* untuk memastikan pertukaran data yang efisien dan terstruktur [12]. Pada implementasi notifikasi, sistem *backend* berkomunikasi dengan layanan *WhatsApp Gateway (Fonté WhatsApp)* melalui API menggunakan metode *POST request*. Mekanisme ini memungkinkan server mengirimkan data rekapitulasi keterlambatan dan ketidakhadiran siswa dalam bentuk string ke *endpoint Fonté WhatsApp* untuk selanjutnya diteruskan sebagai pesan WhatsApp kepada wali kelas sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh sistem. Mekanisme notifikasi dirancang berbasis penjadwalan guna menghindari gangguan aktivitas mengajar akibat pesan yang masuk secara sporadis. Dengan pendekatan ini, wali kelas menerima rekapitulasi dalam satu pesan pada waktu yang ditentukan, sehingga proses tindak lanjut kedisiplinan menjadi lebih terstruktur.

4.3 Hasil Implementasi

Hasil implementasi sistem disajikan melalui tampilan antarmuka dashboard admin yang merepresentasikan fungsi utama dalam pengelolaan dan monitoring presensi siswa.



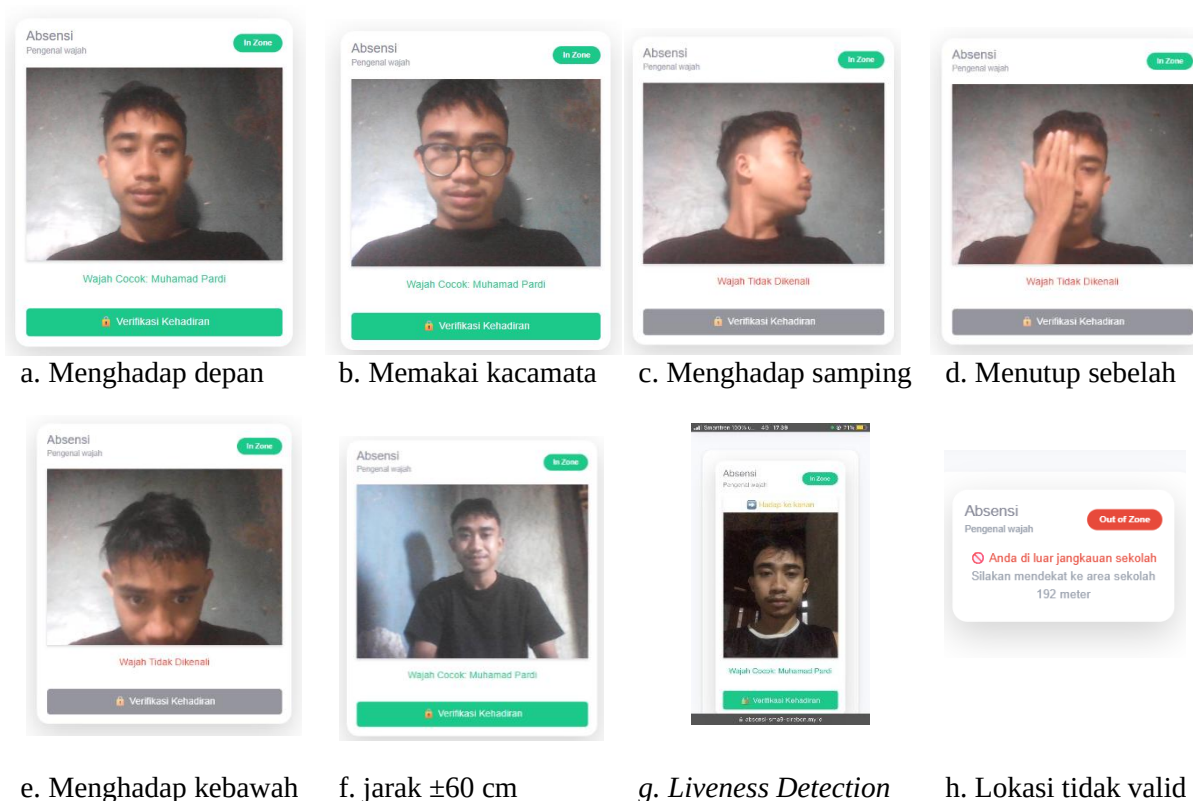
Gambar 4 Dashboard admin

Dashboard admin menyajikan ringkasan kehadiran siswa berdasarkan hari berjalan secara otomatis, meliputi data hadir, izin, sakit, dan alpa beserta grafik pendukung. Data akan berubah secara real-time mengikuti pergantian hari

4.4 Pengujian Sistem

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode black-box testing terhadap 11 skenario utama sistem. Seluruh fitur, termasuk registrasi wajah, validasi lokasi, pencatatan presensi, dan notifikasi keterlambatan, berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang dirancang (100% valid).

Setelah memastikan fungsi dasar berjalan normal, pengujian dilanjutkan ke aspek inti aplikasi, yaitu *modul face recognition*. Pengujian ini krusial untuk melihat sejauh mana sistem mampu mengenali wajah dalam berbagai kondisi.

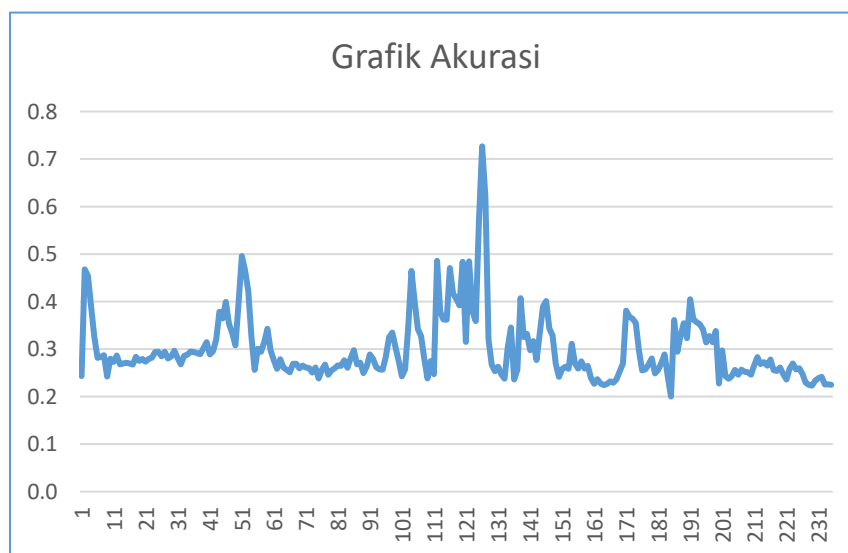


Gambar 5 Gambar uji face recognition

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian sistem *face recognition* pada berbagai variasi pose wajah, kondisi objek, serta penerapan *liveness detection*. Selain itu, sistem melakukan pembatasan akses absensi ketika lokasi pengguna tidak valid, yang diperkuat melalui validasi pada sisi *backend* sebagai lapisan keamanan tambahan. Pada pengujian jarak, sistem masih mampu mendeteksi dan mengenali wajah dengan baik pada estimasi jarak ± 60 cm dari kamera depan perangkat. Jarak tersebut merepresentasikan skenario penggunaan nyata, mengingat sistem dirancang untuk presensi berbasis perangkat pribadi (*smartphone*) dengan konsep satu akun untuk satu siswa, sehingga proses absensi dilakukan pada jarak normal penggunaan kamera depan.

Jika dibandingkan dengan penelitian Firdaus dan Hidayat [13] yang melaporkan kemampuan deteksi hingga jarak 3,5 meter, perbedaan rentang pengujian dalam penelitian ini lebih disebabkan oleh perbedaan konteks implementasi. Penelitian Firdaus menggunakan skenario kamera statis dengan cakupan area luas, sedangkan penelitian ini berfokus pada presensi individual pada perangkat mobile. Oleh karena itu, pengujian jarak disesuaikan dengan pola penggunaan riil pengguna.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa *face-api.js* memiliki kemampuan deteksi yang robust, baik pada jarak jauh sebagaimana dilaporkan Firdaus maupun pada rentang interaksi normal perangkat mobile. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tetap memenuhi kebutuhan fungsional presensi secara efektif dan kontekstual.



Gambar 6 Grafik akurasi

Pengujian konsistensi pengenalan dilakukan sebanyak 235 kali terhadap satu identitas dalam lingkungan basis data yang berisi beberapa *face descriptor* lainnya. Dengan *threshold* 0,5, diperoleh 232 nilai berada di bawah ambang batas dan 3 nilai berada di atas *threshold*, sehingga tingkat keberhasilan pengenalan mencapai 98,72%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki stabilitas pengenalan yang tinggi pada kondisi pencahayaan yang memadai. Tiga kegagalan yang terjadi diduga dipengaruhi oleh variasi intensitas cahaya dan sudut wajah saat pengambilan citra, yang menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih berkontribusi terhadap fluktuasi nilai jarak deskriptor.

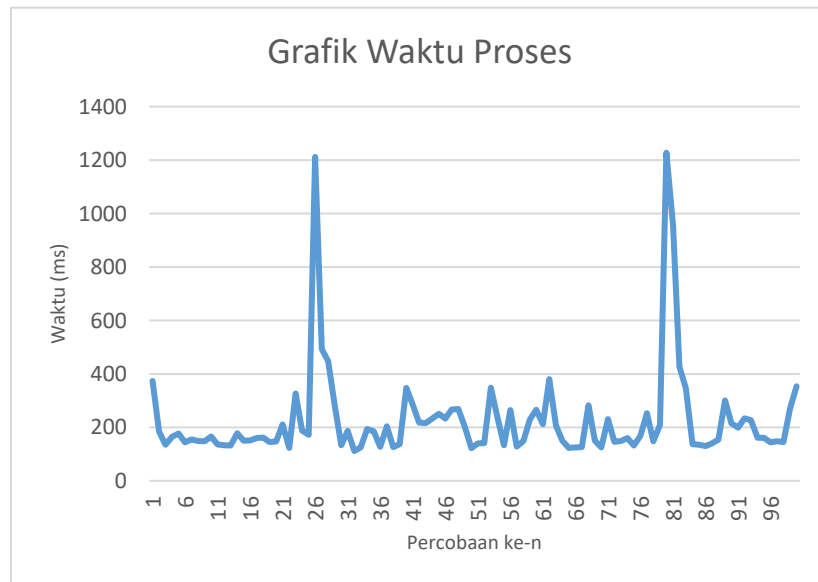
Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Warsuta dkk. [6] yang mengintegrasikan *face-api.js* dalam sistem pengenalan wajah dengan pendekatan *Manhattan Distance* dan memperoleh akurasi di atas 95%. Meskipun penelitian ini menggunakan metrik jarak yang berbeda, yaitu *Euclidean Distance*, tingkat keberhasilan yang diperoleh tetap berada pada kisaran yang sebanding, yaitu sebesar 98,72% pada pengujian konsistensi identitas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi *face-api.js* mampu memberikan performa pengenalan wajah yang tinggi pada berbagai pendekatan metrik jarak. Selain itu, kualitas ekstraksi fitur yang dihasilkan oleh model CNN pada *face-api.js* diduga memiliki kontribusi yang lebih dominan terhadap keberhasilan identifikasi dibandingkan pemilihan metrik jarak yang digunakan.

Selain itu, hasil penelitian ini juga konsisten dengan penelitian Sanjaya dkk. [14] yang melaporkan akurasi sebesar 98% pada sistem pengenalan wajah berbasis *Deep Learning* untuk keamanan ruangan. Kesamaan hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis CNN memiliki

kemampuan pengenalan wajah yang konsisten pada berbagai implementasi yang dilaporkan dalam penelitian, baik untuk sistem kontrol akses maupun presensi sekolah.

Hal ini menunjukkan bahwa performa sistem pengenalan wajah berbasis face-api.js relatif stabil pada skenario skala kecil hingga menengah, namun tetap memerlukan pengujian lebih lanjut pada populasi yang lebih besar dan kondisi lingkungan yang lebih beragam.

Untuk melengkapi evaluasi tersebut, analisis tidak hanya difokuskan pada tingkat keberhasilan pengenalan, tetapi juga pada aspek performa waktu pemrosesan. Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya akurat, tetapi juga responsif saat digunakan dalam kondisi nyata



Gambar 7 Grafik proses pengenalan *face recognition*

Pengujian performa sistem dilakukan pada sisi klien (*client-side*) untuk merepresentasikan kondisi penggunaan riil pada perangkat dengan spesifikasi terbatas. Perangkat uji yang digunakan memiliki spesifikasi Intel® Celeron® N4020 CPU @ 1.10GHz (2 Cores, 2 Threads), RAM 4GB DDR4, dan media penyimpanan SSD 256GB dengan sistem operasi Windows 11. Konfigurasi ini dipilih untuk mensimulasikan skenario penggunaan pada perangkat dengan kemampuan komputasi *entry-level*, sehingga dapat menggambarkan performa sistem dalam kondisi operasional yang realistis.

Pengujian kinerja sistem pengenalan wajah dilakukan sebanyak 100 kali percobaan secara *real-time* menggunakan satu subjek wajah yang sama. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh waktu pengenalan minimum sebesar 111,5 ms, maksimum 1227,5 ms, dengan rata-rata 226,543 ms dan median 167,15 ms. Perbedaan antara nilai rata-rata dan median menunjukkan adanya beberapa lonjakan waktu pemrosesan pada kondisi tertentu, namun secara umum sebagian besar waktu pengenalan berada pada rentang yang relatif rendah, sehingga sistem dapat dikatakan mampu melakukan proses pengenalan wajah secara cepat dan responsif dalam kondisi penggunaan nyata.

Sementara itu, penelitian lain melaporkan rata-rata waktu pemrosesan sebesar 35,5228 ms pada sistem absensi pengenalan wajah [15]. Perbedaan waktu pemrosesan antar penelitian dipengaruhi oleh arsitektur sistem dan spesifikasi perangkat yang digunakan. Pada penelitian ini, proses pengenalan dilakukan pada sisi klien (*client-side*), sehingga performa sangat bergantung pada kemampuan komputasi perangkat pengguna.

Meskipun rata-rata waktu pemrosesan dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan beberapa studi terdahulu, nilai 226,543 ms masih berada dalam rentang responsif (<1 detik) sehingga pengguna tidak mengalami jeda yang signifikan saat proses presensi berlangsung. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya mengoptimalkan kecepatan pencocokan, tetapi juga mengintegrasikan proses deteksi, ekstraksi fitur, dan validasi identitas dalam satu alur operasional yang utuh dan aplikatif.

Melengkapi aspek kecepatan tersebut, sistem juga diuji ketahanannya terhadap upaya manipulasi atau penggunaan identitas palsu melalui Uji *Impostor*. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa hanya pengguna terdaftar yang dapat melakukan presensi.

Tabel 2 Uji impostor

Wajah Uji	Status Sebenarnya	Jumlah Uji	Hasil	Kategori	
Orang A	Terdaftar	10 Kali	Dikenali	True (TA)	Accept
Orang B, C, D, E, F	Tidak Terdaftar	10 Kali	Ditolak	True (TR)	Reject

Keterangan:

Orang A (Pemilik akun), B-F (*Impostor*)

:

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan satu akun dengan lima wajah berbeda, diperoleh bahwa sistem mampu mengenali wajah pemilik akun dengan tingkat keberhasilan yang tinggi serta menolak wajah lain yang tidak terdaftar. Dari total 20 kali pengujian, sistem menghasilkan nilai *False Acceptance Rate (FAR)* yang rendah dan *False Rejection Rate (FRR)* yang minimal, sehingga menunjukkan bahwa sistem *face recognition* memiliki tingkat akurasi yang baik dalam membedakan wajah terdaftar dan tidak terdaftar.

Selain pengujian akurasi pengenalan wajah, dilakukan pula pengujian terhadap kinerja sistem dalam menghitung jarak lokasi presensi menggunakan rumus *Haversine*. Pengujian dilakukan sebanyak 1000 kali dan diperoleh waktu minimum sebesar 0,00095 ms, maksimum 0,08702 ms, serta rata-rata 0,00229 ms. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses perhitungan jarak berlangsung sangat cepat dan tidak memberikan beban signifikan terhadap kinerja sistem.

Setelah memastikan akurasi dan performa sistem berjalan dengan baik, pengujian dilanjutkan pada fitur notifikasi otomatis sebagai bagian dari integrasi sistem presensi.

Pengujian fitur notifikasi melalui *API WhatsApp Gateway* (Fonnte) menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan informasi keterlambatan dan ketidakhadiran secara otomatis kepada wali kelas sesuai konfigurasi aplikasi, sehingga mendukung monitoring kehadiran secara tepat waktu.

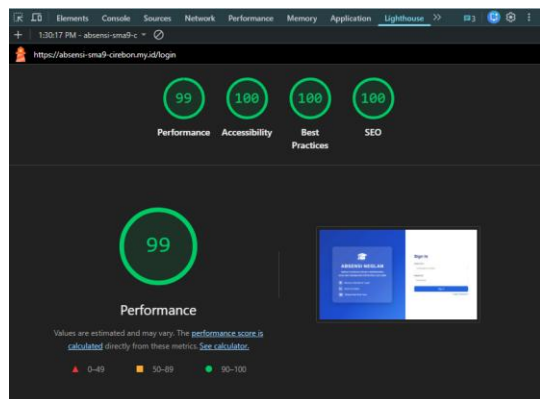


Gambar 8 Notifikasi rekap absensi hari ini

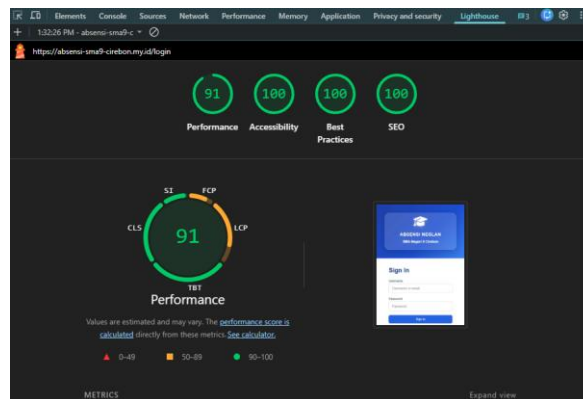
Gambar 8 menunjukkan notifikasi rekap absensi harian yang dikirim secara otomatis kepada wali kelas melalui WhatsApp Gateway sebagai media penyampaian informasi kehadiran siswa

4.5 Evaluasi Kualitas Sistem

Selain keandalan pada fitur biometrik, aspek teknis dari sisi *web development* juga menjadi perhatian utama. Pengujian performa aplikasi dilakukan menggunakan *Google Lighthouse* untuk mengukur optimasi sistem pada perangkat yang berbeda.



a. Performa *lighthouse* desktop



b. Performa *lighthouse* mobile

Gambar 9 Uji performa *lightgouse*

Hasil pengujian menunjukkan skor performa yang sangat baik, dengan nilai 99 pada desktop dan 91 pada *mobile*, serta skor *Accessibility*, *Best Practices*, dan *SEO* masing-masing mencapai 100. Temuan ini mengindikasikan bahwa aplikasi memiliki waktu muat yang cepat, struktur antarmuka yang baik, serta telah memenuhi standar kualitas dan praktik pengembangan web yang direkomendasikan, baik pada perangkat desktop maupun *mobile*.

Hasil skor yang tinggi pada *Google Lighthouse* kemudian diperkuat dengan validasi formal dari para ahli. Validasi ini bertujuan untuk menilai kelayakan sistem berdasarkan Beberapa Karakteristik standar internasional *ISO/IEC 25010*. [16]

Tabel 3 Pengujian *ISO/IEC 25010*

No	Aspek Iso 25010	Jumlah butir	Skor Maks	Skor diperoleh	Rata-Rata	Kategori
1	<i>Functional Suitability</i>	8	96	90	3,75	Sangat Layak
2	<i>Accuracy</i>	4	48	43	3,58	Sangat Layak
3	<i>Usability</i>	8	96	80	3,35	Sangat Layak
4	<i>Performance Efficiency</i>	2	24	19	3,17	Layak
5	<i>Reability</i>	3	36	28	3,11	Layak
Total		25	300	260	3,47	Sangat Layak

Keterangan : Kolom Skor Maks hasil perhitungan butir soal(25) x total responden(3) x skala likert (4)

Dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil validator

Aspek	Butir Soal	Maks Skor	Skor V1	Rata2. V1	Skor V2	Rata2. V2	Skor V3	Rata2. V3
<i>Functional Suitability</i>	8	32	28	3,50	32	4,00	30	3,75
<i>Accuracy</i>	4	16	13	3,25	16	4,00	14	3,50
<i>Usability</i>	8	32	24	3,00	29	3,68	27	3,38
<i>Performance Efficiency</i>	2	8	5	2,50	7	3,50	7	3,50
<i>Reability</i>	3	12	9	3,00	9	3,00	10	3,33

Total	25	100	79	15,25	93	18,18	88	17,46
Rata-Rata Skor				3,16		3,72		3,52
Rata-Rata Validator								3,47 (Sangat Layak)

Keterangan : Rata-Rata Skor dihitung berdasarkan $\frac{\text{Skor Validator}}{\text{maks skor}} \times \text{skala likert (4)}$

Berdasarkan hasil validasi ISO/IEC 25010 oleh tiga ahli, diperoleh nilai rata-rata keseluruhan sebesar 3,47 dengan kategori Sangat Layak. Aspek *Functional Suitability* dan *Accuracy* memperoleh nilai tinggi, sementara *Usability*, *Performance Efficiency*, dan *Reliability* berada pada kategori layak hingga sangat layak. Dengan demikian, sistem dinyatakan layak oleh validator untuk digunakan.

Evaluasi Pengalaman Pengguna (*Usability*)

Tahap akhir dari rangkaian pengujian ini adalah melihat bagaimana sistem diterima oleh pengguna akhir. Evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada 3 guru piket dan 37 siswa untuk mengukur tingkat kemudahan dan kebermanfaatan sistem dalam aktivitas sehari-hari.

Dari sisi tenaga pendidik (Guru piket), hasil penilaian menunjukkan respon yang sangat positif. Hal ini terlihat dari perolehan data pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Kuesioner guru piket

No	Jumlah Butir	Aspek Evaluasi Pengalaman Pengguna (Guru Piket)	Skor Maks	Skor Diperoleh	Rata-Rata	Kategori
1	3	Efisiensi Kerja	36	36	4,00	Sangat Baik
2	3	Pengelolaan Data	36	35	3,89	Sangat Baik
3	4	Kegunaan Sistem	48	47	3,92	Sangat Baik
Total	10	Keseluruhan	120	118	3,93	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 5, persepsi guru piket terhadap sistem memperoleh rata-rata total sebesar 3,93 dengan kategori sangat baik. Aspek efisiensi kerja mendapatkan nilai tertinggi (4,00), diikuti kegunaan sistem (3,92) dan pengelolaan data (3,89). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dinilai mampu membantu proses monitoring ketidakhadiran siswa yang sebelumnya dilakukan secara manual dengan mendatangi setiap kelas untuk memperoleh informasi siswa yang tidak hadir. Selain itu, proses rekapitulasi dan distribusi informasi yang dilakukan secara otomatis juga membantu mengurangi beban administrasi guru piket dalam pengelolaan data kehadiran siswa. Namun, jumlah responden yang terbatas menyebabkan hasil ini masih merepresentasikan skala operasional terbatas.

Sejalan dengan hasil tersebut, siswa juga memberikan penilaian terhadap aspek kenyamanan dan transparansi penggunaan sistem presensi. Rincian persepsi siswa disajikan pada tabel berikutnya

Tabel 6 Kuesioner Siswa

No	Jumlah Butir	Aspek Evaluasi Pengalaman Pengguna (Siswa)	Skor Maks	Skor Diperoleh	Rata-Rata	Kategori
1	3	Aspek Kemudahan Penggunaan & Kejelasan Instruksi Sistem	444	378	3,41	Sangat Baik
2	3	Aspek Kenyamanan & Efisiensi Respon Sistem	444	373	3,36	Sangat Baik
3	4	Aspek Persepsi Keadilan & Otomatisasi	592	502	3,39	Sangat Baik
Total	10	Keseluruhan	1480	1253	3,39	Sangat Baik

Berdasarkan hasil kuesioner siswa, diperoleh rata-rata skor sebesar 3,39 yang berada pada kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa dapat menggunakan sistem dengan cukup mudah

dan tidak mengalami kendala berarti selama proses presensi. Meskipun demikian, nilai yang diperoleh relatif lebih rendah dibandingkan persepsi guru piket. Kondisi ini diduga karena manfaat utama sistem lebih dirasakan oleh pihak sekolah dalam proses monitoring dan pengelolaan data ketidakhadiran, sedangkan dari sudut pandang siswa sistem berfungsi terutama sebagai sarana pencatatan kehadiran saat datang ke sekolah.

4.6 Analisis Keamanan Sistem

Arsitektur sistem yang dikembangkan menempatkan proses deteksi wajah dan ekstraksi *face descriptor* pada sisi klien (browser pengguna) melalui library *face-api.js*, yang berjalan di atas *TensorFlow.js*. Pendekatan *client-side inference* ini dipilih untuk mendistribusikan beban komputasi ke perangkat pengguna, mengingat proses autentikasi pada jam masuk sekolah berpotensi terjadi secara serentak pada populasi siswa yang besar pada konteks SMAN 9 Cirebon, lebih dari 1.000 siswa pada tahun penelitian ini. Apabila seluruh proses deteksi dan ekstraksi *descriptor* dilakukan di sisi server secara bersamaan, beban komputasi yang ditimbulkan berpotensi signifikan dan memerlukan infrastruktur *backend* yang lebih kompleks.

Untuk mengurangi risiko yang melekat pada pendekatan *client-side inference*, sistem ini menerapkan mekanisme verifikasi pada sisi server (*backend*) terhadap beberapa komponen kritis. Pertama, kecocokan wajah tidak hanya ditentukan oleh hasil perhitungan jarak *Euclidean* yang dilakukan di browser, tetapi diverifikasi kembali pada sisi server melalui perhitungan *Euclidean Distance* menggunakan *descriptor* referensi yang tersimpan pada basis data dan *descriptor* yang diterima dari klien, sehingga keputusan akhir kecocokan wajah tidak sepenuhnya bergantung pada klien. Kedua, identitas pengguna diambil dari sesi autentikasi yang sedang aktif (*auth()->user()*), bukan dari nilai yang dikirimkan melalui *payload* permintaan, sehingga mencegah satu pengguna mengirimkan identitas pengguna lain. Ketiga, validasi lokasi menggunakan rumus *Haversine* juga dihitung ulang di server berdasarkan koordinat sekolah yang tersimpan pada basis data, bukan hanya mengandalkan hasil perbandingan yang dilakukan di klien.

Meskipun demikian, lapisan validasi yang diterapkan tetap mampu mengurangi ruang manipulasi dibandingkan apabila seluruh proses autentikasi sepenuhnya diserahkan kepada sisi klien. Namun, sistem ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang relevan untuk didiskusikan. Pertama, nilai *descriptor* dan koordinat geolokasi yang dikirimkan dalam *payload* permintaan tetap berasal dari sisi klien, sehingga validasi server pada dasarnya memverifikasi kecocokan dan kesesuaian radius dari data yang diterima, tanpa dapat membuktikan secara independen bahwa data tersebut dihasilkan dari proses pemindaian kamera dan sensor lokasi yang berlangsung secara nyata pada saat permintaan dikirimkan. Kedua, tidak terdapat mekanisme yang mengikat setiap permintaan pada satu kejadian pemindaian yang unik, seperti token sekali pakai (*nonce*) atau tanda waktu (*timestamp*) yang divalidasi ketat di server. Akibatnya, *payload* yang sah dari satu transaksi presensi termasuk *descriptor* dan koordinat di dalamnya secara teoritis dapat diamati melalui *developer tools* atau *network inspector*, disimpan, kemudian dikirimkan ulang (*replay*) pada kesempatan lain tanpa proses pemindaian wajah maupun pembacaan lokasi yang sesungguhnya. Ketiga, koordinat lokasi sekolah yang menjadi acuan validasi *Haversine* bersifat statis dan dapat diketahui publik melalui layanan peta daring (maps), sehingga nilai koordinat pada *payload* secara teknis dapat diisi secara manual tanpa pembacaan GPS yang valid, selama nilai tersebut berada dalam radius yang ditentukan.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini telah menerapkan validasi berlapis yang melampaui pendekatan *client-side* murni, sehingga mampu mengurangi potensi kecurangan oleh pengguna umum (*general user*) yang tidak memiliki kemampuan teknis khusus. Namun, validasi tersebut belum mencakup mekanisme untuk membuktikan bahwa data yang diterima benar-benar berasal dari sesi pemindaian yang sedang berlangsung (data *freshness*) serta belum mengikat hasil *liveness detection* dengan *descriptor* yang dikirimkan (*liveness binding*). Oleh karena itu, sistem masih memiliki potensi celah terhadap serangan *replay attack* oleh aktor dengan kemampuan teknis yang lebih tinggi. Penelitian lanjutan disarankan untuk mempertimbangkan: (1) penerapan token sekali pakai (*nonce*) dan tanda waktu (*timestamp*) bertanda tangan digital pada setiap permintaan presensi guna mencegah serangan ulang (*replay attack*); (2) pengikatan hasil *liveness detection* secara kriptografis terhadap *descriptor* yang dikirimkan, sehingga server dapat memverifikasi bahwa kedua data tersebut berasal dari sesi pemindaian yang sama; serta (3) eksplorasi pendekatan hibrida, di mana sebagian proses verifikasi kritis (seperti pengecekan akhir kecocokan

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

wajah pada momen tertentu) turut melibatkan pemrosesan gambar mentah di sisi server sebagai lapisan tambahan, tanpa membebani server untuk seluruh transaksi presensi secara serentak

5 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem monitoring ketidakhadiran siswa berbasis *face recognition* yang terintegrasi dengan validasi geolokasi dan notifikasi WhatsApp otomatis untuk mendukung pengelolaan kehadiran di sekolah. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan verifikasi identitas pengguna, validasi lokasi presensi, serta mendistribusikan informasi keterlambatan, izin, sakit, dan tanpa keterangan kepada wali kelas secara otomatis sehingga mendukung proses monitoring ketidakhadiran yang lebih efektif dan terintegrasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan pengenalan wajah sebesar 98,72% pada pengujian konsistensi identitas dengan waktu pemrosesan rata-rata 226,543 ms, sehingga mampu memberikan respons secara real-time tanpa beban komputasi yang signifikan. Pengujian kualitas perangkat lunak berdasarkan karakteristik ISO/IEC 25010 memperoleh nilai rata-rata 3,47 dengan kategori sangat layak. Selain itu, evaluasi pengguna menunjukkan respons yang positif dengan nilai rata-rata 3,93 dari guru piket dan 3,39 dari siswa pada skala uji operasional yang dilakukan, sehingga sistem menunjukkan potensi untuk mendukung proses monitoring ketidakhadiran di lingkungan sekolah.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian konsistensi pengenalan wajah dilakukan menggunakan satu identitas dengan pengulangan yang tinggi untuk mengukur stabilitas sistem, sedangkan pengujian impostor masih melibatkan jumlah subjek yang terbatas. Uji operasional juga hanya melibatkan 3 guru piket dan 37 siswa sehingga hasil evaluasi pengguna masih merepresentasikan skala implementasi terbatas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah responden yang lebih besar serta pengujian pada lingkungan sekolah dengan skala implementasi yang lebih luas untuk memperoleh gambaran kinerja sistem yang lebih representatif. Dari aspek implementasi, sistem yang dikembangkan saat ini masih difokuskan pada monitoring kehadiran saat kedatangan siswa di lingkungan sekolah dan belum mencakup pemantauan kehadiran pada setiap kegiatan pembelajaran di kelas. Dari aspek keamanan, pendekatan *client-side inference* yang digunakan juga masih memiliki keterbatasan dalam memverifikasi keaslian proses *liveness detection* dan mencegah potensi *replay attack*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat melibatkan jumlah identitas dan responden yang lebih besar, melakukan pengujian reliabilitas pada skala akses serentak (*concurrency testing*), mengembangkan mekanisme keamanan yang lebih kuat di sisi server, serta mengembangkan sistem presensi yang lebih terintegrasi untuk mendukung pemantauan kehadiran siswa secara menyeluruh (kehadiran pembelajaran).

Referensi

- [1] R. F. Khoirul Hidayanto, "Implementasi Aplikasi E-Kehadiran berbasis *Face Recognition* dan *GPS* menggunakan Metode *Agile Decelopment*," *J. Comasie*, Vol. 02, 2025.
- [2] C. Ardi, P. Saputra, A. Premana, and O. S. Bachri, "Sistem Presensi Siswa berbasis *Face-API Js* dan *Whatsapp Gateway*," Vol. 9, No. 5, pp. 7798–7806, 2025.
- [3] P. B. Utomo, D. Wahyudi, and M. Mujiono, "Jurnal Informatika Terpadu *Positioning Systems* dan *Location-based Service*," Vol. 11, No. 1, pp. 20–28, 2025.
- [4] T. Huyo, R. Bakar, and A. D. Wowor, "Implementasi *Algoritma Face Recognition* menggunakan *Face-API . Js* pada Sistem Verifikasi," Vol. 8, pp. 236–247, 2025.
- [5] R. E. Nalawati, R. M. Shaliha, and M. Danil, "*Face Recognition* sebagai *Control Access Area* dengan *Face-API . Js* dan *Euclidean Distance*," Vol. 4, pp. 1848–1864, 2024.
- [6] B. Warsuta, R. E. Nalawati, D. Y. Liliana, M. Huzaifa, and R. Maulida, "Sistem Pengendalian Akses berbasis *Face-Recognition* dengan *Face-API . js* dan *Algoritma Manhattan Distance*," Vol. 10, No. 2, pp. 113–120, 2024.
- [7] E. Febiyani, Z. H. Pradana, and I. Permatasari, "Analisis Sistem Monitoring Presensi menggunakan *Face Recognition* berbasis CNN dengan Arsitektur *MobileNetV1*," Vol. 2, pp. 95–102, 2025.
- [8] A. Satrianto and B. Sisephaputra, "Information System with *Face Recognition* and *Geolocation* at MA Al Bukhary," Vol. 6, No. 3, pp. 292–306, 2025.

- [9] D. H. Toni Awaludin, Afu Ichsan Pradana, “Analisis Performa Autentikasi Wajah pada Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit menggunakan Model *Tiny Face*,” pp. 432–437, 2025.
- [10] A. D. Jubaedi, S. Dwiyatno, E. Krisnaningsih, A. Sutiawan, and A. Shafitri, “Sistem Informasi Monitoring Kegiatan Absensi Siswa dengan Notifikasi *Whatsapp*,” Vol. 10, No. 2, pp. 109–115, 2023, DOI: 10.30656/jsii.v10i2.6630.
- [11] N. Lediwara, S. D. Bimorogo, A. K. Heikmakhtiar, and A. Reyhan, “Pengembangan Sistem Presensi Digital berbasis *Face Recognition* dan *Geolocation* untuk meningkatkan Efisiensi Kehadiran Pegawai,” pp. 277–286, 2025, DOI: 10.33364/algoritma/v.22-2.2518.
- [12] A. D. Utmawati, A. Anggara, P. S. Informatika, and U. T. Yogyakarta, “Integrasi *Rest Api* pada Aplikasi *Mobile* untuk Monitoring Kinerja Karyawan,” *J. Inform. Teknol. dan Sains*, Vol. 7, No. 4, pp. 1885–1891, 2025.
- [13] M. R. Tanjung, F. Annas, G. Darmawati, and Y. E. Yuspita, “Perancangan Sistem Presensi Siswa berbasis *Web* menggunakan Notifikasi *API WhatsApp*,” *Intellect Indones. J. Learn. Technol. Innov.*, Vol. 2, No. 2, pp. 201–217, 2023.
- [14] H. A. Sanjaya, A. B. Purba, J. R. H. Sihombing, and J. Mulyana, “*Prototype Video Recognition* menggunakan *Face API* untuk Keamanan Ruang Kritikal berbasis *Web*,” Vol. 4, No. 2, pp. 876–886, 2024.
- [15] B. A. Fadli and E. Winarno, “Pengenal Wajah dengan *Face-API . js* berbasis *CNN* dan *Geolokasi* menggunakan *Equirectangular Approximation*,” *J. Ilm. Komput.*, 2023.
- [16] M. D. Mulyawan, I. N. S. Kumara, I. Bagus, A. Swamardika, and K. O. Saputra, “Kualitas Sistem Informasi berdasarkan ISO / IEC 25010 :,” Vol. 20, No. 1, 2021.