

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Efektivitas proses pembelajaran sangat dipengaruhi oleh kehadiran yang konsisten dari siswa dan pengajar. Hal ini sejalan dengan pendapat Junaedi (2019), yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang efektif adalah suatu proses yang memungkinkan siswa untuk terlibat aktif dalam mengembangkan potensi mereka. Tentu saja, keterlibatan yang aktif tidak dapat berlangsung tanpa kehadiran fisik sebagai syarat utamanya. Oleh karena itu, sistem kehadiran menjadi indikator penting untuk menilai keterlibatan dan menjadi salah satu parameter untuk mengevaluasi keberhasilan proses belajar mengajar.

Sayangnya, meskipun kehadiran sangat krusial, banyak sekolah di Indonesia masih menerapkan sistem absensi manual yang menghadirkan berbagai masalah. Menurut Ismail dkk., (2025), sistem manual seringkali memerlukan waktu lama, rentan terhadap kesalahan dalam pencatatan, serta menyulitkan pelaporan dan pengawasan kehadiran secara *real-time*. Ini mengakibatkan rendahnya efisiensi dalam administrasi sekolah yang dapat berdampak negatif pada kualitas layanan pendidikan.

Fenomena ini bukanlah kasus yang sedikit permasalahannya, seperti yang didokumentasikan dalam berbagai penelitian. Sebagai contoh, penelitian oleh Jakak dkk., (2023) di SMP Negeri 2 Belitang Madang Raya juga mengungkap bahwa penerapan absensi secara manual dinilai tidak efisien dan menyulitkan proses rekapitulasi data karena risiko kerusakan dan kehilangan informasi.

Permasalahan serupa yang terdokumentasi pada studi tersebut ternyata juga ditemukan pada lokasi studi kasus penelitian ini. Berdasarkan observasi langsung di SMKN 4 Jember, proses absensi siswa dan guru masih dilakukan secara manual, yaitu dengan menandatangani buku kehadiran. Metode ini menghadapi beberapa kendala spesifik yang sama, seperti kemungkinan terjadinya 'titip absen', adanya potensi *human error* dalam rekapitulasi data, serta keterlambatan pelaporan. Kondisi ini mengonfirmasi adanya kebutuhan mendesak untuk sistem yang lebih efisien dan otomatis di SMKN 4 Jember.

Perkembangan teknologi informasi telah memberikan peluang untuk berbagai metode presensi otomatis seperti penggunaan *barcode*, sidik jari, hingga pengenalan wajah. Di antara berbagai metode tersebut, teknologi pengenalan wajah menjadi pilihan yang unggul karena bersifat non-kontak, cepat, serta mampu mengidentifikasi individu secara unik berdasarkan karakteristik wajah.

Seiring dengan perkembangan teknologi, metode pengenalan wajah berbasis pembelajaran mendalam (*deep learning*) semakin banyak dikembangkan karena mampu menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dalam berbagai kondisi. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah ArcFace, yang dikembangkan oleh Deng dkk., (2019). ArcFace menerapkan pendekatan Additive Angular *Margin Loss* untuk meningkatkan kemampuan diskriminasi fitur wajah yang diekstraksi, sehingga menghasilkan representasi wajah (*embedding*) yang lebih akurat dan terpisah dengan jelas antar individu.

Kinerja metode ArcFace telah diuji menggunakan beberapa dataset standar yang tersedia secara publik (*public benchmark dataset*) dan umum digunakan dalam penelitian pengenalan wajah. Salah satunya adalah Labeled Faces in the Wild (LFW), yaitu dataset publik yang berisi ribuan gambar wajah dari berbagai individu yang diambil dalam kondisi tidak terkontrol, seperti variasi pencahayaan, ekspresi, dan latar belakang.

Selain itu, terdapat Cross-Age LFW (CALFW) yang merupakan pengembangan dari LFW dengan penambahan variasi usia, sehingga digunakan untuk menguji kemampuan model dalam mengenali wajah yang mengalami perubahan seiring waktu. Dataset lainnya adalah Celebrities in Frontal-Profile in the Wild (CPLFW) yang juga tersedia secara publik dan dirancang untuk menguji performa model dalam mengenali wajah dari berbagai sudut pandang, khususnya perbedaan antara tampilan frontal dan profil.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ArcFace mampu mencapai akurasi sebesar 99,82% pada dataset LFW, 95,45% pada CALFW, dan 92,08% pada CPLFW. Hal ini menunjukkan bahwa metode ArcFace memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengenali wajah pada berbagai kondisi, baik dari segi variasi usia, pose, maupun lingkungan.

Keunggulan ArcFace terletak pada kemampuannya untuk menjaga keseimbangan antara kompakitas intra-kelas dan perbedaan antar kelas, dengan stabilitas pelatihan yang tinggi dan efisiensi komputasi. Dengan berbagai keuntungan yang dimilikinya, teknologi pengenalan wajah—terutama ArcFace—sangat ideal untuk diterapkan dalam sistem kehadiran di sekolah yang membutuhkan verifikasi yang cepat, akurat, dan tanpa kontak langsung.

Dengan bertambahnya kerumitan dalam pengelolaan sekolah dan banyaknya jumlah siswa, metode manual semakin kurang efektif. Ismail dkk., (2025) menjelaskan bahwa sistem presensi berbasis digital tidak hanya membantu para guru dan staf administrasi untuk mengurangi beban kerja, namun juga memungkinkan pelaporan yang cepat serta pemantauan kehadiran secara langsung. Ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi bukan sekadar tren, melainkan merupakan kebutuhan mendesak untuk mendukung proses pendidikan yang lebih modern dan efisien.

Melihat berbagai masalah dan tantangan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem presensi menggunakan pengenalan wajah yang dapat diterapkan di SMKN 4 Jember. Diharapkan sistem ini bisa menjadi solusi untuk presensi yang akurat, efisien, dan waktu nyata. Selain meningkatkan sistem pencatatan kehadiran, penerapan teknologi ini juga berperan dalam meningkatkan transparansi serta kualitas manajemen administrasi sekolah secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sebuah arsitektur sistem presensi *soft real-time* yang efektif dengan mengintegrasikan pipeline pengenalan wajah (berbasis InsightFace dan ArcFace) pada perangkat edge computing Raspberry Pi 5 dengan *backend* yang terdiri dari API Flask dan aplikasi web Laravel?

2. Bagaimana kinerja (performance) dari sistem yang diusulkan saat berjalan di Raspberry Pi 5, ditinjau dari segi kecepatan pemrosesan untuk identifikasi dan penggunaan sumber daya (CPU & RAM)?
3. Sejauh mana tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi dan mengidentifikasi wajah siswa pada proses presensi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sebuah arsitektur sistem presensi *soft real-time* yang mampu mengintegrasikan pipeline pengenalan wajah (berbasis InsightFace dan ArcFace), perangkat edge (Raspberry Pi 5), API (Flask), dan aplikasi web (Laravel).
2. Menganalisis kinerja (performance) sistem pada perangkat Raspberry Pi 5, khususnya dalam hal kecepatan pemrosesan untuk satu siklus identifikasi dan penggunaan sumber daya (CPU & RAM).
3. Mengukur tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi dan mengidentifikasi wajah siswa untuk keperluan presensi.

1.4 Manfaat

1. Manfaat Teoritis
 - a. Menambah ilmu dalam bidang computer vision, khususnya implementasi ArcFace pada perangkat edge computing.
 - b. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan pipeline pengenalan wajah yang mengintegrasikan face detector modern dengan ArcFace, sehingga memungkinkan sistem *multi-face recognition* yang efisien dan akurat.

- c. Menjadi referensi bagi peneliti lanjutan yang ingin mengoptimasi model ArcFace atau mengadaptasi teknik *embedding* wajah di lingkungan terbatas sumber daya (Raspberry Pi).

2. Manfaat Praktis

a. Bagi SMKN 4 Jember:

- 1) Mempercepat dan mempermudah proses administrasi presensi.
- 2) Mengurangi potensi kecurangan (misalnya titip tanda tangan) sehingga data kehadiran menjadi lebih valid.
- 3) Menyajikan laporan kehadiran secara otomatis dan *real-time*.

b. Bagi Guru dan Staf Sekolah:

- 1) Mengurangi beban kerja manual pencatatan presensi.
- 2) Memberikan dashboard atau *log* kehadiran digital yang mudah diakses untuk evaluasi kehadiran siswa.

c. Bagi Siswa:

- 1) Meningkatkan kedisiplinan karena kehadiran tercatat secara otomatis.
- 2) Menghindarkan dari kesalahan data presensi akibat human error.

d. Bagi Pengembang dan Praktisi TI:

- 1) Sebagai studi kasus implementasi sistem pengenalan wajah dengan ArcFace di Raspberry Pi 5 dan Arducam, lengkap dengan optimasi latency dan resource usage.
- 2) Memberikan panduan teknis integrasi face detector, ArcFace, dan database presensi untuk aplikasi sejenis.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga ruang lingkup penelitian tetap terfokus dan dapat diselesaikan sesuai waktu dan sumber daya yang tersedia, penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian hanya mencakup identifikasi wajah siswa menggunakan algoritma ArcFace dan tidak mencakup pengenalan wajah guru, staf, atau tamu.

2. Implementasi sistem dilakukan menggunakan perangkat Raspberry Pi 5 dan kamera Arducam, tanpa integrasi dengan sistem informasi sekolah lainnya (seperti e-Rapor atau Dapodik).
3. Dataset wajah siswa untuk pelatihan sistem diperoleh secara terbatas dari lingkungan internal sekolah dan tidak menggunakan dataset publik dalam skala besar.
4. Evaluasi sistem hanya difokuskan pada aspek kinerja perangkat lunak, yaitu akurasi dan kecepatan identifikasi, dan tidak mencakup pengujian keamanan siber atau ketahanan perangkat keras dalam jangka panjang.
5. Kinerja sistem sepenuhnya bergantung pada ketersediaan infrastruktur pendukung, yaitu sumber daya listrik yang stabil dan koneksi jaringan lokal (LAN/WiFi). Penelitian ini tidak mencakup pengembangan mekanisme offline mode atau sistem catu daya cadangan (UPS).
6. Penelitian ini tidak merancang prosedur atau sistem transisi otomatis ke metode manual jika terjadi kegagalan sistem total (misalnya mati lampu atau kerusakan perangkat). Penanganan kondisi darurat semacam itu diasumsikan akan kembali menggunakan prosedur manual sekolah yang sudah ada.
7. Sistem ini dirancang sebagai *soft real-time system* sehingga tidak berfokus pada performa FPS tinggi. Penurunan kinerja seperti rendahnya FPS pada kondisi multi-face atau keterbatasan perangkat dianggap masih dalam batas toleransi.