

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era transformasi digital, teknologi informasi berperan sentral dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas operasional di berbagai sektor, termasuk pendidikan tinggi. Salah satu aspek yang mengalami dampak signifikan dari kemajuan ini adalah sistem absensi mahasiswa, yang tidak hanya berperan secara administratif, tetapi juga berfungsi sebagai indikator utama keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Menurut Saputra dan Dristyan (2024), digitalisasi absensi memungkinkan pencatatan kehadiran secara *real-time* dengan peningkatan akurasi, transparansi, serta struktur pelaporan yang lebih sistematis dan terukur.

Politeknik Negeri Jember (POLIJE), khususnya Jurusan Teknologi Informasi, telah mengimplementasikan aplikasi pembelajaran digital bernama S-Learn untuk mendukung aktivitas akademik, termasuk pencatatan kehadiran mahasiswa. Dengan lebih dari 763 mahasiswa aktif, sistem absensi dalam S-Learn saat ini mengandalkan kombinasi pemindaian QR Code dan validasi lokasi berbasis GPS sebagai mekanisme verifikasi. Sistem ini memang membawa efisiensi signifikan dibanding metode manual. Validasi lokasi berbasis GPS secara efektif memastikan bahwa perangkat mahasiswa berada di area yang ditetapkan saat absensi dilakukan (Proof of Location). Namun, GPS maupun QR Code sama-sama mengandung satu kelemahan yang lebih kritis: sistem hanya memvalidasi kehadiran perangkat (device), bukan kehadiran individu (identity). Celah inilah yang memungkinkan praktik berbagi akun (account sharing) atau yang lazim disebut “titip absen” menjadi masalah utama yang belum terpecahkan. Mahasiswa yang tidak hadir secara fisik dapat dengan mudah menyerahkan kredensial login kepada temannya, atau membagikan foto QR Code yang sedang aktif melalui aplikasi pesan instan, sehingga teman yang berada di ruang kelas dapat melakukan absensi atas namanya tanpa terdeteksi oleh sistem. Praktik ini mengancam validitas kehadiran karena sistem tidak mampu memverifikasi identitas asli pengguna yang melakukan aksi presensi (Hariyanto dkk., 2025).

Sebelum adanya S-Learn, metode absensi konvensional seperti tanda tangan manual juga memiliki banyak keterbatasan yang berpusat pada masalah yang sama, validitas identitas. Studi oleh Berlian & Sanjaya (2021) menunjukkan bahwa pendekatan tradisional juga masih sangat rawan terhadap praktik titip absen, di mana identitas mahasiswa mudah dipalsukan. Bahkan, pendekatan *semi-digital* seperti verifikasi foto *selfie* yang pernah digunakan dinilai tidak skalabel dan meningkatkan beban administratif. Dengan demikian, baik sistem konvensional maupun sistem digital saat ini sama-sama menghadapi tantangan dalam memastikan bahwa individu yang melakukan absensi adalah benar-benar mahasiswa yang bersangkutan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi yang mampu memvalidasi bukan sekadar lokasi atau waktu, melainkan identitas biometrik pengguna secara langsung.

Sebagai lapisan verifikasi yang melengkapi mekanisme GPS yang sudah ada, teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) berbasis biometrik hadir bukan untuk menggantikan validasi lokasi, melainkan untuk mengisi celah yang selama ini tidak dapat ditangani GPS maupun QR Code: memverifikasi identitas individu (*Proof of Identity*). Integrasi *face recognition* ke dalam S-Learn membentuk sistem autentikasi dua-faktor — GPS memastikan mahasiswa berada di lokasi yang tepat (*Proof of Location*), sedangkan pengenalan wajah memastikan individu yang melakukan absensi adalah mahasiswa yang bersangkutan. Teknologi ini memungkinkan verifikasi identitas mahasiswa secara otomatis melalui karakteristik unik wajah, cukup menggunakan kamera perangkat *mobile* yang telah tersedia, tanpa memerlukan perangkat keras tambahan atau infrastruktur baru. Hal ini menjadikan pendekatan tersebut efisien secara biaya sekaligus mudah diimplementasikan di lingkungan kampus secara luas. Studi oleh Hartomo dkk. (2021) menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis *face recognition* mampu mencapai tingkat akurasi tinggi, proses autentikasi yang cepat, serta integrasi yang baik dengan aplikasi *mobile*. Lebih dari itu, pendekatan ini memverifikasi bukan sekadar kehadiran lokasi, melainkan kehadiran identitas, sehingga berpotensi menghasilkan sistem yang lebih valid, lebih adil, dan lebih tahan terhadap manipulasi oleh pengguna yang tidak sah. Dengan menempatkan

verifikasi biometrik sebagai fondasi utama presensi, pendekatan ini secara fundamental memperkuat integritas data kehadiran mahasiswa dan mendukung tata kelola akademik yang lebih akuntabel dan transparan.

Salah satu algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah ArcFace (Dang, 2022; Xu dkk., 2022), yang menghasilkan representasi fitur wajah berupa vektor numerik dengan separasi antar identitas yang tinggi. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuan menghasilkan embedding yang konsisten meskipun terdapat variasi pencahayaan, ekspresi, dan orientasi wajah. ArcFace diintegrasikan dengan metode *similarity matching* untuk mencocokkan wajah mahasiswa dengan referensi yang tersimpan di basis data (Al-Sharqi dkk., 2022; Zheng dkk., 2022). Pendekatan ini terbukti efisien dan skalabel dalam konteks kampus dengan jumlah mahasiswa yang besar, karena memungkinkan penambahan identitas baru tanpa perlu melatih ulang seluruh model.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengintegrasikan sistem absensi berbasis *face recognition* ke dalam aplikasi S-Learn dengan memanfaatkan algoritma ArcFace untuk menghasilkan representasi wajah dan metode *similarity matching* untuk proses verifikasi identitas secara otomatis. Sistem akan diuji dalam berbagai kondisi riil guna memastikan reliabilitas dan akurasi, terutama terhadap variasi pencahayaan, ekspresi, serta orientasi wajah. Studi sebelumnya seperti oleh Firdaus dan Hidayat (2025) serta oleh Ilkhan (2024) menunjukkan efektivitas pendekatan *embedding-based verification* dalam konteks pendidikan, dengan akurasi mencapai 91–99.5%.

Namun, penerapan sistem pengenalan wajah berbasis *embedding* tidak terlepas dari tantangan teknis dan etis. Faktor-faktor seperti ketidakkonsistenan pencahayaan, penggunaan masker, serta variasi pose wajah dapat mempengaruhi kualitas embedding yang dihasilkan, meskipun ArcFace telah terbukti cukup *robust* dalam kondisi tersebut. Untuk mengantisipasi serangan *spoofing* seperti penggunaan gambar atau video palsu, sistem ini mengimplementasikan mekanisme Liveness Detection berbasis Google ML Kit pada sisi aplikasi Flutter guna memastikan validitas input secara *real-time* (Khatina Sari dkk., 2022). Selain itu, isu privasi dan keamanan data biometrik harus dikelola secara serius dengan

menerapkan standar enkripsi serta kebijakan penyimpanan data yang transparan dan terkontrol, guna mencegah potensi penyalahgunaan identitas digital mahasiswa.

Meskipun berbagai studi terkait *face recognition* telah dilakukan, sebagian besar masih terbatas pada eksperimen isolatif dan belum secara komprehensif mengintegrasikan metode *embedding* modern seperti ArcFace ke dalam sistem pembelajaran digital aktif seperti S-Learn. Di sisi lain, permasalahan account sharing dan manipulasi identitas pengguna yang kerap terjadi pada sistem absensi digital jarang dibahas secara komprehensif sebagai fokus utama dalam konteks integrasi biometrik pada platform aktif. Penelitian ini dirancang untuk menjawab kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sistem absensi berbasis ArcFace dan *similarity matching*, yang menawarkan validitas dan efisiensi tinggi serta berkontribusi pada pengembangan sistem presensi perguruan tinggi yang lebih adaptif, akurat, dan terintegrasi secara digital. Lebih jauh, pendekatan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam desain sistem biometrik masa depan yang mengedepankan efisiensi, keamanan data, dan resiliensi terhadap manipulasi identitas pengguna dalam sistem presensi digital.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem absensi mahasiswa berbasis face recognition sebagai lapisan verifikasi identitas (*Proof of Identity*) yang melengkapi validasi lokasi GPS pada aplikasi S-Learn, sehingga membentuk sistem autentikasi dua-faktor di Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember?
2. Sejauh mana efektivitas algoritma ArcFace dalam menghasilkan *embedding* wajah yang akurat dan *robust* untuk proses verifikasi identitas mahasiswa dalam berbagai kondisi lingkungan?
3. Bagaimana penerapan metode *similarity matching* pada ekstraksi fitur wajah dapat mencegah praktik penitipan presensi (*account sharing*) yang selama ini menjadi celah keamanan pada sistem absensi S-Learn?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengimplementasikan absensi biometrik berbasis pengenalan wajah sebagai lapisan verifikasi identitas (*Proof of Identity*) yang melengkapi validasi lokasi GPS yang sudah ada pada aplikasi S-Learn, sehingga membentuk sistem autentikasi dua-faktor yang lebih komprehensif.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Merancang dan mengembangkan sistem absensi berbasis face recognition yang terintegrasi ke dalam aplikasi S-Learn sebagai lapisan Proof of Identity, membentuk sistem autentikasi dua-faktor bersama validasi lokasi GPS yang sudah ada, guna meningkatkan validitas dan keamanan pencatatan kehadiran mahasiswa.
- b. Menerapkan dan mengevaluasi algoritma ArcFace dalam menghasilkan embedding wajah yang stabil dan terpisah antar identitas dalam berbagai kondisi riil kampus.
- c. Mengevaluasi efektivitas verifikasi biometrik pengenalan wajah dalam memitigasi manipulasi identitas pengguna (*account sharing*) pada proses presensi.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan sistem absensi yang lebih valid dan andal pada aplikasi S-Learn, dengan melengkapi validasi lokasi GPS yang sudah ada (Proof of Location) menggunakan verifikasi identitas berbasis biometrik (Proof of Identity), sehingga membentuk sistem autentikasi dua-faktor yang komprehensif.
2. Memberikan kontribusi pada literatur ilmiah mengenai implementasi dan evaluasi algoritma ArcFace dalam lingkungan sistem pembelajaran digital aktif di perguruan tinggi Indonesia.

3. Memberikan kemudahan bagi mahasiswa dalam melakukan presensi secara mandiri menggunakan kamera perangkat mobile, tanpa memerlukan perangkat tambahan.
4. Membantu pengelola akademik dan dosen dalam memperoleh data kehadiran mahasiswa yang lebih akurat dan tidak mudah dimanipulasi, sehingga mendukung pengambilan keputusan akademik yang lebih tepat.

1.5 Batasan Penelitian

1. Sistem yang dikembangkan dibatasi pada proses absensi mahasiswa dalam aplikasi S-Learn, khususnya untuk Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember.
2. Teknologi yang digunakan untuk verifikasi kehadiran adalah *face recognition* berbasis *embedding* wajah dari ArcFace.
3. Evaluasi sistem mencakup akurasi deteksi wajah, kecepatan verifikasi, serta efektivitas similarity matching dalam kondisi lingkungan yang bervariasi (pencahayaan, sudut wajah, dan penggunaan masker).
4. Sistem yang dikembangkan berfokus pada validasi identitas biometrik pengguna (*Proof of Identity*). Sistem tidak dirancang untuk mendeteksi atau memblokir manipulasi data lokasi pada tingkat sistem operasi perangkat klien, seperti penggunaan aplikasi Fake GPS.