



Penerapan Algoritma MTCNN dan Facenet Pada Sistem Presensi Digital Berbasis Pengenalan Wajah

Maulidatul Muauwanah^{*1}, Sholihah Ayu Wulandari²

Email: ¹e41220007@student.polije.ac.id, ²sholihah.ayuwanan@polije.ac.id

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember

Diterima: 05 April 2020 | Direvisi: 05 Mei 2020 | Disetujui: 27 Mei 2020

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Sistem absensi konvensional di lingkungan perguruan tinggi masih menghadapi berbagai permasalahan, seperti rendahnya efisiensi pencatatan kehadiran, tingginya risiko kesalahan administrasi, serta potensi terjadinya kecurangan berupa titip absen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem absensi digital berbasis pengenalan wajah menggunakan teknologi deep learning guna meningkatkan akurasi, keamanan, dan efektivitas proses presensi mahasiswa. Metode penelitian yang digunakan adalah Design and Development Research (DDR) yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, dan evaluasi sistem. Sistem dibangun dengan mengimplementasikan algoritma *Multi-Task Cascaded Convolutional Networks* (MTCNN) untuk proses deteksi wajah serta *FaceNet* untuk ekstraksi fitur wajah dalam bentuk embedding numerik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 96%, precision 100%, recall 95%, dan F1-score 97,4%, sehingga menunjukkan performa pengenalan wajah yang sangat baik. Selain itu, pengujian keamanan sistem menghasilkan nilai False Acceptance Rate (FAR) sebesar 0%, yang mengindikasikan bahwa sistem mampu menolak seluruh wajah yang tidak terdaftar dalam basis data. Sementara itu, nilai False Rejection Rate (FRR) sebesar 5% menunjukkan masih terdapat kegagalan pengenalan pada beberapa kondisi tertentu. Pengujian operasional memperlihatkan bahwa sistem bekerja optimal pada pose wajah frontal dan jarak pengambilan gambar antara 30 cm hingga 100 cm. Namun, performa sistem mengalami penurunan pada kondisi pose wajah miring ekstrem dan jarak di atas 150 cm. Berdasarkan hasil penelitian, sistem absensi digital berbasis pengenalan wajah ini dinilai layak untuk diimplementasikan.

Kata kunci: absensi digital, deep learning, FaceNet, MTCNN, pengenalan wajah

Application of MTCNN and FaceNet for a Face Recognition-Based Digital Attendance System

Abstract

Conventional attendance systems in higher education institutions still face various challenges, including low efficiency in attendance recording, a high risk of administrative errors, and the potential for fraudulent practices such as proxy attendance. This study aims to develop a digital attendance system based on facial recognition using deep learning technology to improve the accuracy, security, and effectiveness of student attendance processes. The research method employed is Design and Development Research (DDR), which includes the stages of needs analysis, system design, development, and evaluation. The system was developed by implementing the *Multi-Task Cascaded Convolutional Networks* (MTCNN) algorithm for face detection and *FaceNet* for facial feature extraction in the form of numerical embeddings. The testing results indicate that the system achieved an accuracy rate of 96%, precision of 100%, recall of 95%, and an F1-score of 97.4%, demonstrating excellent facial recognition performance. In addition, the system security evaluation produced a False Acceptance Rate (FAR) of 0%, indicating that the system successfully rejected all unregistered faces in the database. Meanwhile, the False Rejection Rate (FRR) of 5% indicates that recognition failures still occurred under certain conditions. Operational testing showed that the system performed optimally when faces were positioned frontally and captured at distances ranging from 30 cm to 100 cm. However, the system

performance decreased under extreme face tilt conditions and at distances exceeding 150 cm. Based on the research findings, the proposed facial recognition-based digital attendance system is considered feasible for implementation.

Keywords: *deep learning, digital attendance, FaceNet, face recognition, MTCNN*

1. PENDAHULUAN

Pada era transformasi digital yang terus berkembang saat ini, perkembangan teknologi telah memberikan dampak secara signifikan pada berbagai sektor, salah satunya pada sektor pendidikan. Salah satu implementasi dari kemajuan teknologi yaitu sistem absensi digital berbasis pengenalan wajah [1]. Penggunaan sistem ini memungkinkan untuk melakukan pencatatan kehadiran secara otomatis dan memiliki ketepatan yang tinggi dibanding pencatatan manual. Teknologi pengenalan wajah ini bekerja dengan algoritma khusus yang mendeteksi serta mengidentifikasi individu berdasarkan data biometrik yang sudah tersimpan dalam basis data [2] (. Wajah dipilih sebagai elemen utama dalam teknologi ini karena merupakan fitur yang mudah dikenali, bersifat unik, dan stabil pada setiap individu, mencakup karakteristik bentuk mata, hidung, dan mulut [3]. Selain itu, teknologi ini juga lebih praktis karena dapat memungkinkan pemindaian tanpa kontak fisik (contactless).

Pada lingkungan Politeknik Negeri Jember atau POLIJE khususnya pada PSDKU Sidoarjo, pencatatan kehadiran masih manual. Pencatatan kehadiran sendiri memiliki peran penting dalam evaluasi proses pembelajaran dan pemberian nilai akhir mahasiswa. Berdasarkan Peraturan Akademik Polije Pasal 17, kehadiran adalah prasyarat yang mutlak untuk mengikuti Ujian Akhir Semester (UAS), dimana mahasiswa wajib memenuhi kewajiban mereka dengan mengikuti perkuliahan dan memenuhi standar minimal kehadiran tertentu. Namun pada realitanya, beberapa program studi khususnya di PSDKU Sidoarjo masih menerapkan metode absensi manua. Hal ini menimbulkan berbagai kendala sistemik, seperti sulitnya pemantauan kehadiran secara real-time, tingginya risiko kesalahan input data, serta besarnya peluang terjadinya kecurangan akademik seperti titip absen. Selain itu, proses manual memakan waktu efektif perkuliahan yang cukup signifikan dan menambah beban administratif bagi staf akademik.

Sebagai solusi dari permasalahan diatas, diperlukan pengembangan sistem absensi digital. Sistem absensi digital berbasis pengenalan wajah dipilih karena sudah banyak penelitian yang menggunakan wajah sebagai abasensi. Salah satunya pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hasyim Nasrun (2025) menunjukkan bahwa penerapan teknologi Face ID secara efektif mampu meningkatkan ketepatan waktu kehadiran peserta didik dan meminimalisir kecurangan dibandingkan metode manual[4]. Namun, implementasi teknologi ini tetap menghadapi tantangan teknis, terutama terkait akurasi sistem dalam menghadapi variasi kondisi pencahayaan, sudut wajah (pose), serta jarak objek di ruang perkuliahan. Penelitian yang dilakukan Hassanah (2025) menunjukkan bahwa metode image processing mampu meningkatkan kemampuan sistem dalam mengenali objek visual secara real-time. Tahapan preprocessing seperti grayscale conversion dan background subtraction digunakan untuk mengurangi noise, variasi pencahayaan, serta false positive yang disebabkan oleh lingkungan dinamis. Selain itu, penerapan deep learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN) dinilai mampu meningkatkan akurasi deteksi pada berbagai kondisi lingkungan[5].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah sistem absensi digital menggunakan wajah sebagai elemen dan *Deep Learning* yang telah diintegrasikan dengan *Multi-task Cascaded Convolutional Networks* (MTCNN) dan *FaceNet* sebagai metodenya. MTCNN dipilih karena arsitekturnya yang sangat Tangguh dalam mendeteksi wajah dan melakukan *localization* secara simultan, bahkan untuk kondisi pose yang bervariasi [6]. Algoritma ini bekerja dengan mulalui tiga tahapan *pipeline* (*P-Net*, *R-Net*, dan *O-Net*) yang secara progresif menyaring kandidat wajah dari latar belakang [7]. Keandalan algoritma ini adalah karena didukung oleh optimasi tiga fungsi secara bersamaan , yaitu klasifikasi untuk membedakan wajah dan bukan wajah, regresi untuk menyempurnakan akurasi kotak pembatas (*bounding box*), serta lokalisasi untuk memastikan presisi titik fitur wajah utama[8].

Algoritma selain MTCNN yang digunakan adalah FaceNet. Tujuan dari penggunaan FaceNet adalah melakukan identifikasi wajah. FaceNet yang berbasis arsitektur Inception-ResNet mampu mengekstraksi gambar wajah menjadi *embedding* numerik yang merepresentasikan ciri unik individu [9]. Keunggulan dari algoritma ini terletak pada penggunaan metode *Triplet Loss* [10]. Metode *Triplet Loss* merupakan metode yang melatih sistem untuk mengenali pola dengan memastikan bahwa data wajah dari orang yang sama (*positive*) akan memiliki jarak yang berdekatan dengan gambar acuan (*anchor*), sedangkan data dari wajah orang yang berbeda (*negative*) akan dibuat menjauh.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Zhang (2025), MTCNN dan FaceNet telah terbukti handal dalam memprediksi wajah dan mencapai akurasi deteksi hingga 98,7% dan nilai F1-score sebesar 99%[11]. Dengan memadukan ketangguhan deteksi MTCNN dan akurasi identifikasi FaceNet, diharapkan Politeknik Negeri Jember dapat memiliki sistem absensi yang efisien, bebas kecurangan, serta tangguh terhadap variasi lingkungan. Inovasi ini tidak hanya menyelesaikan permasalahan administratif, tetapi juga mendorong digitalisasi pendidikan menuju ekosistem kampus yang modern.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Design and Development Research* (DDR). *Design and Development Research* (DDR) adalah suatu pendekatan penelitian yang terstruktur, yang menitikberatkan pada tahapan pengembangan produk melalui analisis terhadap isi dan situasi konteks, serta melibatkan proses evaluasi terhadap produk yang dihasilkan[12]. Metode ini dipilih dikarenakan sangat sesuai untuk mengkaji sekaligus mengembangkan produk teknologi berbasis sistem informasi yang membutuhkan validasi kegunaan sebelum diimplementasikan secara luas.



Gambar 1. Metode *Design and Development Research* (DDR).

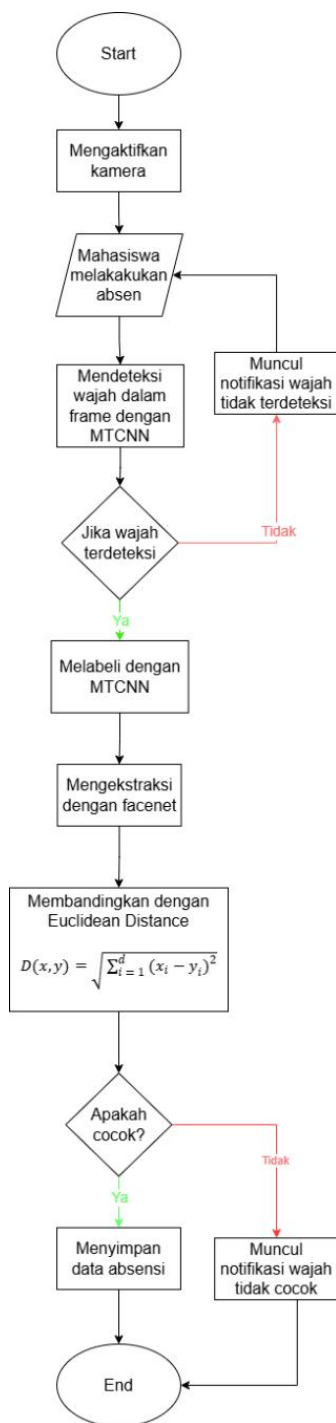
2.1. Need analysis

Pada tahapan pertama ini dilakukan analisis sebagai dasar pengembangan sistem absensi digital berbasis face recognition menggunakan metode *Design and Development Research* (DDR). Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelemahan sistem absensi manual dan juga kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Selain itu dilakukan juga pengumpulan data dari citra wajah dan biodata mahasiswa sebagai bahan utama dalam pengembangan sistem.

2.2. Design

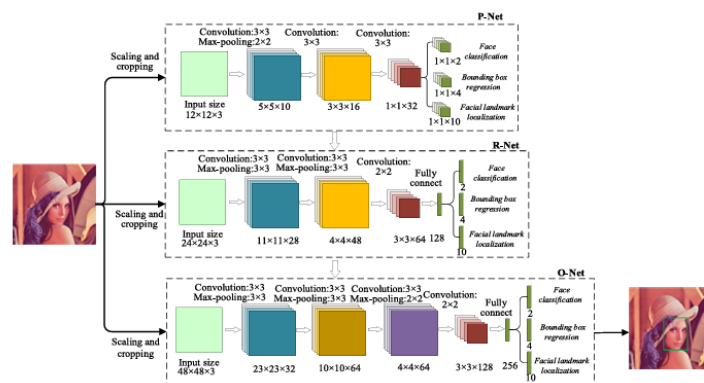
Tahap desain merupakan bagian penting dalam metode *Design and Development Research* (DDR) yang berfokus pada perancangan struktur, komponen dan alur kerja sistem agar sesuai dengan harapan yang diinginkan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk membantu efektivitas implementasi dan mengurangi peluang kesalahan yang terjadi saat pembuatan sistem. Perancangan sistem dibuat berdasarkan hasil analisa kebutuhan dan studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya sehingga sistem dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan penelitian ini. Pada tahap ini dirancang juga komponen utama seperti basis data dan antarmuka pengguna. Secara keseluruhan, tahap desain memberikan gambaran menyeluruh tentang sistem sebelum implementasi, sehingga proses pengembangan, evaluasi, dan pengujian dapat dilakukan dengan lebih terstruktur.

Berdasarkan analisa kebutuhan pada tahap sebelumnya dirancang flowchart pada gambar dibawah ini



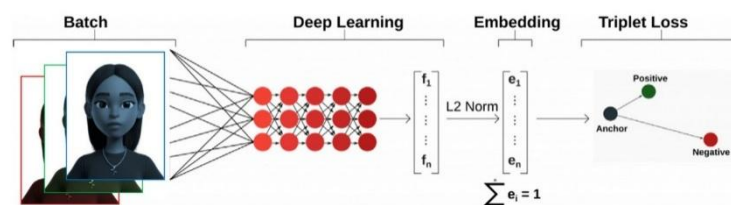
Gambar 2. Flowchart Sistem

Gambar 2 menjelaskan tentang alur kerja dari sistem absensi berbasis pengenalan wajah ini. Prosesnya dimulai dari tahap awal yang kemudian sistem akan mengaktifkan kamera untuk mengambil gambar secara langsung. Setelah itu mahasiswa dapat melakukan absensi dengan memastikan wajahnya pada jelas di kamera. Kemudian sistem akan melakukan mendeteksi wajah yang ada pada setiap frame yang ditangkap. Jika wajah tidak terdeteksi maka sistem akan menyampaikan notifikasi bahwa wajah tidak ditemukan. Sebaliknya, jika wajah berhasil terdeteksi, sistem akan melakukan pelabelan area wajah menggunakan MTCNN. Proses pelabelan diawali oleh P-Net yang akan menghasilkan kandidat lokasi wajah, kemudian hasilnya diproses oleh R-Net untuk menyaring area yang bukan wajah, dan dilanjutkan oleh O-Net yang melakukan deteksi lebih akurat sekaligus menentukan titik landmark pada wajah. Proses MTCNN dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Arsitektur MTCNN

Selanjutnya, wajah yang telah terdeteksi diekstraksi menggunakan model FaceNet untuk menghasilkan vektor embedding sebagai representasi ciri khas wajah. Arsitektur dari Facenet dapat dilihat pada gambar 4. Vektor tersebut kemudian dibandingkan dengan data wajah yang tersimpan di dalam database menggunakan metode Euclidean Distance untuk mengukur tingkat kemiripan. Apabila hasil perbandingan menunjukkan bahwa wajah sesuai dengan data yang ada, maka sistem akan menyimpan data absensi pengguna. Namun, jika tidak sesuai, sistem akan menampilkan notifikasi bahwa data tidak cocok. Proses kemudian diakhiri pada tahap akhir.



Gambar 4. Arsitektur FaceNet

2.3. Development

Tahap ini merupakan tahap implementasi sistem, di mana pengembangan dilakukan berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Sistem absensi dikembangkan dengan bahasa Python dengan bantuan library OpenCV, MTCNN, dan FaceNet untuk mendukung proses deteksi serta pengenalan wajah, dan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web menggunakan framework Django. Framework ini dimanfaatkan untuk mengelola bagian backend seperti pengolahan data absensi, data pengguna dan integrasi dengan model pengenalan wajah. Untuk penyimpanan data dilakukan menggunakan database SQLite yang bersifat ringan dan mudah digunakan, sehingga sesuai untuk kebutuhan pengembangan sistem.

2.4. Evaluation

Tahap terakhir sekaligus yang paling penting adalah proses evaluasi terhadap sistem absensi digital yang telah dikembangkan untuk mengetahui sejauh mana sistem mampu berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja sistem dalam mengidentifikasi wajah pengguna yang telah didaftarkan ke dalam basis data, serta menguji tingkat keandalan sistem pada berbagai kondisi. Proses ini melibatkan sejumlah mahasiswa yang terdaftar pada sistem. Setiap mahasiswa melakukan beberapa kali percobaan absensi sehingga diperoleh data pengujian yang dapat dianalisa untuk mengetahui keandalan sistem.

Evaluasi dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa jenis pengujian, yaitu pengujian akurasi, False Rejection Rate (FRR), False Acceptance Rate (FAR), serta pengujian sistem aplikasi.

1. Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian akurasi bertujuan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mengenali wajah pengguna yang telah tersimpan dalam basis data. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi sistem dengan data sebenarnya. Setiap percobaan menghasilkan dua kemungkinan, yaitu wajah dikenali dengan benar atau tidak dikenali. Analisis dilakukan menggunakan confusion matrix yang terdiri dari empat komponen utama[13], yaitu:

1. True Positive (TP): wajah berhasil dikenali dengan benar

2. False Positive (FP): wajah tidak terdaftar tetapi diterima sistem
3. False Negative (FN): wajah terdaftar namun tidak dikenali
4. True Negative (TN): wajah tidak terdaftar berhasil ditolak

Berdasarkan komponen tersebut, akurasi sistem dihitung menggunakan rumus:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (2.1)$$

Selain akurasi, digunakan juga metrik evaluasi lain, yaitu:

1. Precision untuk mengukur ketepatan prediksi positif[14]:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.2)$$

2. Recall untuk mengukur kemampuan mendeteksi data positif[14]:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.3)$$

3. F1-score sebagai rata-rata harmonis antara precision dan recall[14]:

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (2.4)$$

Keempat metrik tersebut digunakan untuk memberikan gambaran kinerja sistem secara lebih komprehensif.

2. Pengujian False Rejection Rate (FRR)

FRR digunakan untuk mengukur tingkat kegagalan sistem dalam mengenali pengguna yang sebenarnya telah terdaftar. Pengujian dilakukan dengan menghitung jumlah kegagalan pengenalan dibandingkan dengan total percobaan pengguna terdaftar[15].

$$FRR = \frac{FN}{TP + FN} \quad (2.5)$$

Nilai FRR yang rendah menunjukkan kemampuan sistem yang baik dalam mengenali pengguna yang sah.

3. Pengujian False Acceptance Rate (FAR)

FAR digunakan untuk mengukur kemungkinan sistem menerima pengguna yang tidak terdaftar sebagai pengguna valid. Pengujian dilakukan dengan mencoba absensi menggunakan wajah yang tidak terdaftar[15].

$$FAR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (2.6)$$

Nilai FAR yang rendah menunjukkan tingkat keamanan sistem yang tinggi.

4. Pengujian Sistem Aplikasi

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan. Pengujian difokuskan pada kesesuaian antara input yang diberikan pengguna dan output yang dihasilkan sistem. Jika hasil keluaran sesuai dengan yang diharapkan, maka fungsi sistem dinyatakan berjalan dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari hasil analisa kebutuhan sistem, sistem absensi digital dirancang untuk dikembangkan berbasis web karena mudah diakses oleh banyak orang dan mampu mendukung proses pengelolaan kehadiran secara terintegrasi dan real-time. Sistem ini dikembangkan dengan 3 hak akses yang berbeda beda. Hal ini karena ada 3 hak yang harus terpenuhi dalam sistem ini yaitu mahasiswa, dosen, dan admin.. Mahasiswa berperan sebagai pengguna utama yang dapat melakukan proses absensi otomatis menggunakan pengenalan wajah serta mengajukan izin ketidakhadiran melalui sistem. Dosen memiliki hak akses untuk membuka sesi absensi berdasarkan jadwal perkuliahan, melakukan validasi pengajuan izin mahasiswa, serta memantau rekapitulasi kehadiran mahasiswa pada mata kuliah yang diampu. Sementara itu, administrator bertanggung jawab terhadap pengelolaan keseluruhan sistem, meliputi manajemen data mahasiswa, dosen, mata kuliah, jadwal perkuliahan, serta basis data pengguna.

Implementasi sistem dilakukan melalui beberapa tahapan pipeline deep learning yang terdiri atas proses pengumpulan dataset, deteksi wajah, ekstraksi fitur wajah, dan pengenalan wajah secara real-time. Tahap awal dimulai dengan proses akuisisi dataset berupa rekaman video wajah mahasiswa berdurasi sekitar ±24 detik menggunakan kamera handphone. Pengambilan data dilakukan dari berbagai variasi sudut wajah, seperti posisi frontal, miring ke kanan, dan miring ke kiri, dan ekspresi yang berbeda.

Variasi dataset tersebut bertujuan untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model dalam mengenali wajah pada kondisi nyata selama proses absensi berlangsung.

Video hasil perekaman selanjutnya diproses menggunakan OpenCV untuk diekstraksi menjadi sejumlah frame citra statis. Frame yang dihasilkan kemudian diproses menggunakan algoritma Multi-Task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN) guna mendeteksi keberadaan wajah secara otomatis. Pada tahap ini, MTCNN tidak hanya mendeteksi area wajah, tetapi juga mengidentifikasi titik facial landmark seperti mata, hidung, dan mulut untuk meningkatkan presisi proses pemotongan wajah (cropping). Wajah yang berhasil dideteksi kemudian dinormalisasi ke ukuran 160×160 piksel agar sesuai dengan spesifikasi input model FaceNet.

Selama proses deteksi wajah, ditemukan beberapa kondisi yang menyebabkan sistem gagal melakukan identifikasi area wajah secara optimal. Kegagalan deteksi umumnya terjadi pada citra dengan pose wajah yang terlalu miring, pencahayaan yang rendah, kualitas gambar yang mengalami blur, serta kondisi wajah yang tertutup sebagian oleh objek tertentu. Citra yang gagal terdeteksi secara otomatis dieliminasi dari dataset untuk menjaga kualitas data yang digunakan pada proses ekstraksi fitur.

Tahap berikutnya adalah proses ekstraksi fitur wajah menggunakan model FaceNet. Pada tahap ini, citra wajah diubah menjadi representasi numerik berupa embedding vector berdimensi 512 yang merepresentasikan karakteristik unik setiap individu. Embedding yang dihasilkan kemudian disimpan dalam format .npz sebagai data referensi (anchor embedding) pada basis data sistem. Penggunaan FaceNet dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam menghasilkan representasi wajah yang stabil meskipun terdapat variasi pencahayaan, ekspresi, maupun posisi wajah.

Pada proses absensi real-time, sistem akan menangkap citra wajah pengguna melalui kamera, kemudian melakukan proses deteksi wajah menggunakan MTCNN dan ekstraksi fitur menggunakan FaceNet. Embedding wajah hasil tangkapan kamera selanjutnya dibandingkan dengan data referensi yang tersimpan pada basis data menggunakan metode Euclidean Distance. Metode tersebut digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan antarvektor embedding wajah. Pada penelitian ini, nilai *threshold* yang digunakan adalah 0,75. Apabila nilai Euclidean Distance berada di atas atau sama dengan 0,75, maka sistem mengidentifikasi pengguna sebagai wajah yang valid dan secara otomatis mencatat kehadiran mahasiswa sesuai jadwal perkuliahan. Sebaliknya, apabila nilai jarak lebih kecil dari 0,75, maka wajah akan dianggap tidak dikenali (*Unknown*).

Guna mengukur keandalan arsitektur yang telah diimplementasikan, evaluasi dilakukan melalui pengujian performa model menggunakan Confusion Matrix. Pengujian melibatkan dua kelompok data. Kelompok pertama terdiri atas 20 mahasiswa yang telah terdaftar dalam basis data, dengan masing-masing mahasiswa melakukan dua kali percobaan, sehingga diperoleh 40 data percobaan wajah terdaftar. Kelompok kedua terdiri atas 5 mahasiswa yang tidak terdaftar dalam basis data, dengan masing-masing melakukan dua kali percobaan, sehingga diperoleh 10 data percobaan wajah tidak terdaftar. Dengan demikian, total data pengujian yang digunakan adalah 50 percobaan. Hasil dari pengujian klasifikasi tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Confusion Matrix

	Prediksi: Dikenali	Prediksi: Tidak Dikenali
Aktual: Terdaftar	38 (True Positive)	2 (False Negative)
Aktual: Tidak Terdaftar	0 (False Positive)	10 (True Negative)

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai evaluasi performa sistem menggunakan parameter *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai akurasi (*accuracy*) yang diperoleh sebesar 96%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan klasifikasi wajah dengan benar pada sebagian besar data pengujian, baik terhadap wajah yang terdaftar maupun yang tidak terdaftar di dalam basis data. Nilai *precision* yang diperoleh sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh wajah yang diterima oleh sistem merupakan wajah pengguna yang valid tanpa adanya kesalahan identifikasi terhadap wajah lain. Dengan demikian, sistem memiliki tingkat ketepatan yang sangat baik dalam mengenali identitas pengguna.

Selanjutnya, nilai *recall* sebesar 95% menunjukkan bahwa sebagian besar wajah pengguna yang valid berhasil dikenali oleh sistem. Namun, masih terdapat sebagian kecil data wajah valid yang gagal dikenali. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh faktor pencahayaan, posisi wajah yang terlalu miring, serta jarak pengambilan gambar yang terlalu jauh dari kamera. Berdasarkan hasil perhitungan juga diperoleh nilai *F1-Score* sebesar 97,4%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki keseimbangan performa yang baik antara *precision* dan *recall*, sehingga sistem dinilai cukup stabil dalam melakukan proses pengenalan wajah.

Selain itu, hasil pengujian keamanan menunjukkan nilai *False Acceptance Rate* (FAR) sebesar 0% dan *False Rejection Rate* (FRR) sebesar 5%. Nilai FAR sebesar 0% menunjukkan bahwa sistem tidak menerima satu pun wajah yang tidak terdaftar di dalam basis data. Hasil ini membuktikan bahwa sistem memiliki tingkat keamanan yang sangat baik karena mampu mencegah pengguna asing melakukan absensi. Di sisi lain, nilai FRR sebesar 5% menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa wajah

pengguna valid yang ditolak oleh sistem. Kondisi ini biasanya terjadi karena faktor pencahayaan, kualitas kamera, posisi wajah yang terlalu miring, atau jarak pengambilan.

Selain hasil pengujian menggunakan *Confusion Matrix*, dilakukan pengujian terhadap variasi pose dan jarak wajah untuk mengetahui kondisi yang memengaruhi kinerja sistem. Pengujian pose menunjukkan bahwa sistem memiliki performa terbaik ketika wajah berada pada posisi normal atau menghadap ke depan dengan tingkat keberhasilan 4 dari 4 percobaan. Pada posisi menunduk, sistem juga berhasil mengenali wajah pada seluruh percobaan. Namun, pada posisi menengadahkan, sistem hanya berhasil mengenali 1 dari 4 percobaan. Sementara itu, pada pose wajah miring ke kanan dan ke kiri, seluruh percobaan tidak berhasil dikenali. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan sudut wajah yang ekstrem dapat menyebabkan perbedaan fitur antara wajah input dan data referensi.

Pengujian jarak juga menunjukkan bahwa posisi pengguna terhadap kamera memengaruhi kemampuan sistem dalam melakukan pengenalan wajah. Sistem menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada jarak 30 cm, 50 cm, dan 100 cm. Namun, ketika jarak pengguna semakin jauh, sistem mengalami kesulitan dalam mendeteksi wajah secara optimal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa jarak yang terlalu jauh dapat menyebabkan ukuran wajah pada citra menjadi lebih kecil sehingga informasi fitur yang diperoleh menjadi kurang optimal.

Berdasarkan hasil pengujian pose dan jarak tersebut, performa sistem dipengaruhi oleh kondisi pengambilan citra. Pose wajah yang terlalu miring menyebabkan sebagian karakteristik wajah tidak terlihat dengan jelas, sedangkan jarak yang terlalu jauh menyebabkan sistem mengalami kesulitan dalam mendeteksi area wajah. Selain itu, berdasarkan proses pengolahan dataset, kondisi pencahayaan rendah, citra *blur*, dan wajah yang tertutup sebagian juga menyebabkan kegagalan deteksi sehingga citra tersebut tidak dapat digunakan pada proses pengenalan.

Sebagai tindak lanjut atas temuan operasional tersebut, pengujian Black Box juga dilakukan terhadap 20 skenario fungsionalitas sistem web, mulai dari pembatasan akses (role-based login), integrasi deteksi, hingga fungsionalitas CRUD (Create, Read, Update, Delete) pada data izin dan manajemen pengguna. Seluruh skenario uji tersebut mencatatkan tingkat keberhasilan 100%, mengonfirmasi bahwa aplikasi berjalan stabil tanpa celah sistemik. Secara komprehensif, temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa perpaduan Deep Learning MTCNN dan FaceNet sangat layak dan tangguh untuk diimplementasikan. Kelemahan pada jarak dan pose ekstrem dapat diatasi secara praktis melalui penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) absensi yang mewajibkan mahasiswa berada dalam radius optimal (<100 cm) dan menghadap lurus ke kamera. Dengan demikian, sistem ini secara utuh menjawab permasalahan administrasi di Politeknik Negeri Jember dengan menawarkan presensi yang cepat, terotomatisasi, dan bebas kecurangan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi sistem absensi digital berbasis web menggunakan algoritma MTCNN untuk deteksi wajah dan FaceNet untuk ekstraksi fitur telah berhasil dikembangkan sebagai solusi presensi yang efektif, efisien, dan terstruktur guna menggantikan metode konvensional. Evaluasi kinerja model menunjukkan performa yang sangat optimal dengan tingkat akurasi 96%, precision 100%, recall 95%, dan F1-score 97,4%, didukung oleh keandalan keamanan sistem dengan nilai False Acceptance Rate (FAR) 0% dan False Rejection Rate (FRR) 5%. Meskipun sistem mengalami sedikit penurunan performa pendeteksian pada kondisi wajah dengan kemiringan ekstrem dan jarak pengambilan yang terlalu jauh, fungsionalitas aplikasi secara keseluruhan termasuk fitur pencatatan otomatis, manajemen perizinan, dan mekanisme pembatasan hak akses (role-based) bagi mahasiswa, dosen, maupun administrator telah beroperasi 100% sesuai rancangan awal. Dengan demikian, sistem pengenalan wajah menggunakan jarak Euclidean ini disimpulkan sangat layak, aman, dan dapat diandalkan untuk memfasilitasi digitalisasi serta pengelolaan data kehadiran akademik secara akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Alparisi and A. Maslan, "IMPLEMENTASI DEEP LEARNING DALAM SISTEM ABSENSI SISWA DENGAN FACE RECOGNITION," *JURNAL COMASIE*, vol. 11, no. 03, 2024.
- [2] M. A. Khair, P. Aldiyuda, N. E. Pakpahan, M. Z. Zukhrufa, and M. Adrezo, "Perancangan Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Face Recognition di Lingkungan UPN Veteran Jakarta," *JURNAL INFORMATIK*, pp. 35–42, 2024.
- [3] L. Susanti, N. K. Daulay, and B. Intan, "Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv5," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 10, no. 2, p. 640, Apr. 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.6032.
- [4] M. Hasyim Nasrun, "ANALISIS PENGGUNAAN TEKNOLOGI FACE ID DALAM SISTEM ABSENSI UNTUK MENINGKATKAN KETEPATAN WAKTU KEHADIRAN PESERTA DIDIK DI SMA NEGERI 14 MAKASSAR ANALYSIS OF THE USE OF FACE ID TECHNOLOGY IN THE ATTENDANCE SYSTEM TO IMPROVE THE TIMELINESS OF STUDENT ATTENDANCE AT PUBLIC HIGH SCHOOL 14 MAKASSAR," *VARIABLE RESEARCH JOURNAL*, vol. 02, p. 1, 2025.
- [5] Q. Hasanah, A. Sucipto, S. A. Wulandari, A. F. Rosyady, and Asmunir, "Digital Signal Processing and Machine Learning for Exam Fraud Detection," *International Journal of Studies in Social Sciences and Humanities*, vol. 2, no. 1, pp. 10–20, Jul. 2025, doi: 10.25047/ijossh.v2i1.5667.
- [6] K. D. Anggara, D. P. Kartikasari, and F. A. Bakhtiar, "Implementasi Algoritma MTCNN dalam Mekanisme Autentikasi berbasis Pengenalan Wajah," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 8, pp. 3613–3621, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [7] J. Yuan, P. Barnpoutis, and T. Stathaki, "Pedestrian Detection Using Integrated Aggregate Channel Features and Multitask Cascaded Convolutional Neural-Network-Based Face Detectors," *Sensors*, vol. 22, no. 9, p. 3568, May 2022, doi: 10.3390/s22093568.

- [8] Y. Lou and F. Li, "Design of an online education student learning status evaluation model based on dual-improved neural networks," *Intelligent Systems with Applications*, vol. 22, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.iswa.2024.200370.
- [9] S. Serengil and A. Ozpinar, "CipherFace: A Fully Homomorphic Encryption-Driven Framework for Secure Cloud-Based Facial Recognition," Feb. 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2502.18514>
- [10] J. Zhang and N. Hu, "Accuracy and robustness evaluation of deep learning algorithms in facial recognition systems," *Systems and Soft Computing*, vol. 7, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.sasc.2025.200252.
- [11] J. Zhang, "Student Apartment Access Control System Based on MTCNN-FaceNet Algorithm," *Int. J. Comput. Intell. Appl.*, vol. 24, no. 01, Mar. 2025, doi: 10.1142/S1469026824500226.
- [12] A. R. Razalli *et al.*, "Development of Prayer Mobile Application Software for The Hearing Impaired (Deaf) Based on Malaysian Sign Language," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 11, no. 6, 2021, doi: 10.6007/ijarbss/v11-i6/10243.
- [13] F. Handayani, B. Baidarus, S. Sunanto, B. A. Putra, C. Anggraini, and R. M. Taufiq, "Klasifikasi Citra Penyakit Daun Tomat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Dengan Arsitektur VGG-19," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 6, no. 3, pp. 405–413, Dec. 2025, doi: 10.37859/coscitech.v6i3.10699.
- [14] R. Saputra, Y. Rianto, and M. R. Kusuma, "Tinjauan Penerapan CNN dan YOLO Pada Pengolahan Citra Agraria Medis Industri Cerdas," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 7, no. 1, pp. 121–129, 2026, doi: 10.37859/coscitech.v7i1.10988.
- [15] V. Rajasekar *et al.*, "Enhanced multimodal biometric recognition approach for smart cities based on an optimized fuzzy genetic algorithm," *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, p. 622, Jan. 2022, doi: 10.1038/s41598-021-04652-3.