

RANCANG BANGUN APLIKASI PRESENSI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FACE RECOGNITION BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Abdullah Muhajir, Fitri Nurlaela, Hanif Lukman Nurhakim

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang
dosen02602@gmail.com

ABSTRAK

Kehadiran karyawan merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung pengelolaan administrasi dan kedisiplinan di lingkungan kerja. Sistem presensi konvensional masih memiliki keterbatasan dalam proses pencatatan dan verifikasi identitas. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem presensi karyawan berbasis web menggunakan teknologi *face recognition* dengan pendekatan *Convolutional Neural Network* (CNN), yang mengintegrasikan registrasi wajah, identifikasi pengguna, pencatatan kehadiran, dan pengelolaan laporan presensi. Pengembangan sistem menggunakan metode *Waterfall* yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Data penelitian terdiri atas 300 citra wajah dari 10 identitas pengguna. Evaluasi dilakukan menggunakan *Black Box Testing* dan pengujian pengenalan wajah melalui 200 percobaan dengan variasi jarak dan intensitas pencahayaan. Hasil pengujian menunjukkan 185 dari 200 percobaan berhasil dikenali dengan akurasi keseluruhan sebesar 92,5%. Akurasi tertinggi sebesar 98,0% diperoleh pada jarak 1 meter dengan pencahayaan normal 150–300 lux, sedangkan akurasi terendah sebesar 84,0% diperoleh pada jarak 2 meter dengan pencahayaan normal. Pengujian *Black Box Testing* pada lima skenario utama menunjukkan keberhasilan fungsional sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengotomatisasi proses identifikasi dan pencatatan presensi serta mengintegrasikan data pengguna, wajah, dan kehadiran dalam satu aplikasi berbasis web. Kontribusi penelitian terletak pada penerapan dan integrasi *face recognition* berbasis CNN dalam sistem presensi karyawan serta evaluasi kemampuan pengenalan berdasarkan kondisi operasional jarak dan pencahayaan.

Kata kunci: *Face Recognition, Convolutional Neural Network, Presensi Karyawan, Akurasi, Black Box Testing, Sistem Berbasis Web.*

1. PENDAHULUAN

Presensi merupakan salah satu aktivitas penting dalam pengelolaan sumber daya manusia karena data kehadiran digunakan untuk mendukung administrasi, pemantauan kedisiplinan, serta evaluasi kehadiran karyawan. Perkembangan teknologi informasi mendorong perubahan dari sistem presensi konvensional menuju sistem otomatis yang dapat melakukan identifikasi pengguna dan pencatatan kehadiran secara lebih terintegrasi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah *face recognition*, yaitu teknologi biometrik yang melakukan identifikasi atau verifikasi seseorang berdasarkan karakteristik wajah. Proses *face recognition* pada umumnya melibatkan akuisisi citra, deteksi wajah, ekstraksi fitur, dan identifikasi pengguna.

Penerapan *face recognition* pada sistem presensi telah banyak dikembangkan dengan menggunakan pendekatan machine learning maupun deep learning. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk pengolahan citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN memiliki kemampuan melakukan ekstraksi fitur secara otomatis melalui lapisan konvolusi dan mempelajari representasi visual dari citra, sehingga banyak digunakan pada berbagai tugas *computer vision*, termasuk pengenalan wajah. Kajian terbaru menunjukkan bahwa perkembangan CNN memberikan kontribusi penting terhadap

peningkatan kemampuan sistem *computer vision*, sementara penelitian *face recognition* berbasis *deep learning* menunjukkan bahwa kualitas representasi fitur dan proses pembelajaran model merupakan faktor penting dalam memperoleh pengenalan wajah yang akurat dan stabil [8], [9].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *face recognition* dapat diterapkan untuk otomatisasi presensi, tetapi pendekatan dan fokus yang digunakan masih beragam. Nugroho dkk. menggunakan CNN untuk klasifikasi ekspresi wajah dan menunjukkan bahwa kualitas serta kedetailan citra berpengaruh terhadap hasil klasifikasi. Maulana dkk. menerapkan CNN dengan Adam Optimizer untuk deteksi bentuk wajah, sedangkan Satwikayana dkk. menerapkan CNN pada sistem presensi berbasis web dalam konteks perkuliahan daring. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan potensi CNN dalam pengolahan citra dan otomatisasi presensi, tetapi memiliki fokus yang berbeda dengan kebutuhan penelitian ini. Penelitian yang menggunakan CNN untuk presensi mahasiswa, misalnya, lebih berorientasi pada konteks pembelajaran, sedangkan penelitian lain berfokus pada performa model atau jenis tugas pengenalan tertentu.

Rochmanullah mengimplementasikan CNN untuk *face recognition* pada sistem presensi dan melaporkan hasil pengujian pengenalan wajah. Penelitian lain pada tahun 2025 mengembangkan

sistem presensi berbasis *face recognition* dengan *real-time face tracking*. Penelitian lain juga mengembangkan sistem presensi berbasis *face recognition* dengan pengujian pada kondisi lingkungan yang berbeda. Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan *face recognition* pada sistem presensi terus berkembang, tetapi faktor operasional seperti kondisi pencahayaan, jarak pengguna terhadap kamera, serta lingkungan pengambilan citra tetap menjadi aspek yang perlu diperhatikan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa perubahan jarak dan tingkat pencahayaan dapat memengaruhi kemampuan sistem dalam mengenali wajah. [11]

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat dilihat bahwa penelitian *face recognition* untuk presensi telah berkembang dari sekadar otomatisasi pencatatan kehadiran menuju penggunaan model *deep learning* dan pengujian pada kondisi lingkungan yang lebih beragam. Namun, masih terdapat ruang penelitian pada aspek integrasi antara proses pengenalan wajah dan pengelolaan administrasi presensi dalam satu sistem yang utuh. Selain itu, performa pengenalan wajah tidak hanya dipengaruhi oleh model yang digunakan, tetapi juga oleh kondisi operasional seperti jarak pengguna terhadap kamera dan intensitas pencahayaan. Kajian mengenai *face recognition* juga menunjukkan bahwa variasi pencahayaan, pose, oklusi, dan kondisi pengambilan citra merupakan tantangan yang perlu diperhatikan dalam penerapan sistem pengenalan wajah.

Research gap pada penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk mengintegrasikan proses registrasi data wajah, identifikasi wajah melalui kamera, pencatatan presensi secara otomatis, dan pengelolaan laporan kehadiran ke dalam satu sistem presensi karyawan berbasis *web*, sekaligus mengevaluasi keberhasilan pengenalan wajah pada kondisi jarak dan intensitas cahaya yang berbeda.

Dengan demikian, penelitian ini tidak diarahkan untuk menghasilkan arsitektur CNN baru ataupun melakukan kompetisi antaralgoritma. Fokus penelitian adalah penerapan CNN sebagai bagian dari sistem presensi terintegrasi serta pengukuran kemampuan sistem dalam menjalankan proses identifikasi dan pencatatan kehadiran pada kondisi penggunaan yang berbeda. Posisi tersebut membedakan penelitian ini dari penelitian yang terutama berfokus pada pengembangan atau perbandingan model pengenalan wajah, maupun penelitian presensi yang diterapkan pada konteks tertentu tanpa pembahasan integrasi pengelolaan presensi secara menyeluruh.

Novelty atau kontribusi penelitian ini terletak pada perancangan dan implementasi alur presensi karyawan yang menghubungkan data pengguna dan data wajah hasil registrasi dengan proses identifikasi melalui kamera, pencatatan waktu kehadiran, serta pengelolaan dan penyajian laporan kehadiran

melalui aplikasi berbasis web. Selain integrasi tersebut, penelitian ini melakukan pengujian pengenalan wajah secara kuantitatif melalui variasi jarak dan intensitas cahaya untuk mengetahui kondisi penggunaan yang menghasilkan performa pengenalan terbaik dan kondisi yang menyebabkan penurunan akurasi.

Dengan demikian, kontribusi penelitian tidak diklaim sebagai pengembangan algoritma CNN baru, melainkan sebagai penerapan CNN dalam sistem presensi karyawan yang terintegrasi dan dievaluasi berdasarkan kondisi operasional penggunaan. Hal ini sejalan dengan ruang lingkup penelitian yang menempatkan integrasi teknologi *face recognition* dengan pengelolaan presensi sebagai fokus utama.

Berdasarkan permasalahan dan *research gap* tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem presensi karyawan berbasis *web* menggunakan *face recognition* dengan pendekatan CNN yang mampu melakukan registrasi data wajah, identifikasi pengguna, pencatatan kehadiran secara otomatis, serta pengelolaan laporan presensi secara terintegrasi. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan fungsi sistem melalui *Black Box Testing* serta mengevaluasi tingkat keberhasilan pengenalan wajah melalui 200 pengujian operasional pada variasi jarak dan intensitas pencahayaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Presensi

Sistem presensi merupakan mekanisme yang digunakan untuk mencatat kehadiran pengguna dalam suatu organisasi atau instansi. Data presensi memiliki peran penting dalam mendukung proses administrasi, evaluasi kedisiplinan, serta pengelolaan sumber daya manusia [1]. Seiring perkembangan teknologi, sistem presensi berkembang dari metode konvensional menuju sistem otomatis untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, serta akurasi pengelolaan data kehadiran [2]. Penerapan sistem presensi berbasis teknologi juga memungkinkan proses pencatatan kehadiran dilakukan secara lebih terintegrasi dengan pengelolaan data pengguna dan laporan presensi.

2.2. Face recognition

Face recognition merupakan teknologi biometrik yang digunakan untuk mengidentifikasi atau memverifikasi identitas seseorang berdasarkan karakteristik unik wajah manusia [3]. Teknologi ini bekerja melalui beberapa tahapan, mulai dari akuisisi citra, deteksi wajah, ekstraksi fitur, hingga proses klasifikasi identitas pengguna [4]. Implementasi *face recognition* banyak digunakan pada sistem keamanan, autentikasi pengguna, hingga sistem presensi karena mampu melakukan identifikasi secara otomatis tanpa kontak fisik [5].

Dalam penerapannya, kemampuan *face recognition* dapat dipengaruhi oleh kondisi citra yang diperoleh dari kamera. Faktor seperti jarak wajah terhadap kamera, intensitas pencahayaan, pose wajah, dan kondisi lingkungan dapat memengaruhi kualitas citra serta proses pengenalan. Oleh karena itu, pengujian pada kondisi penggunaan yang berbeda diperlukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan identifikasi wajah secara operasional. Penelitian terdahulu mengenai sistem presensi berbasis *face recognition* juga menunjukkan bahwa variasi lingkungan, khususnya pencahayaan, merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam penerapan sistem secara nyata.

2.3. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode *Deep Learning* yang banyak digunakan dalam pengolahan citra digital karena memiliki kemampuan untuk melakukan ekstraksi fitur secara otomatis [8]. Berbeda dengan metode klasifikasi konvensional yang membutuhkan proses ekstraksi fitur secara manual, CNN mampu mempelajari karakteristik data citra secara langsung melalui proses pelatihan model sehingga dapat meningkatkan performa klasifikasi.

Arsitektur CNN terdiri dari beberapa lapisan utama, yaitu *convolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*. Lapisan konvolusi berfungsi untuk melakukan ekstraksi fitur dari citra masukan, sedangkan *pooling layer* digunakan untuk mengurangi dimensi data tanpa menghilangkan informasi penting. Selanjutnya, lapisan *fully connected* digunakan untuk melakukan proses klasifikasi berdasarkan fitur yang telah diperoleh [9].

Pada penelitian ini, CNN digunakan sebagai metode utama. CNN dipilih karena mampu mempelajari pola visual dari citra wajah dan melakukan klasifikasi berdasarkan karakteristik yang diperoleh selama proses pelatihan. Penggunaan CNN dalam sistem pengenalan wajah juga telah

banyak diterapkan pada penelitian sebelumnya dan menunjukkan potensi yang baik untuk mendukung sistem presensi otomatis [10].

2.4. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah menerapkan teknologi *computer vision* dan *face recognition* untuk sistem presensi dengan pendekatan yang berbeda. Penelitian mengenai presensi berbasis *face recognition* menunjukkan bahwa CNN merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan karena mampu mempelajari karakteristik citra wajah secara otomatis. Kajian literatur juga menunjukkan bahwa sistem presensi berbasis CNN memiliki potensi menghasilkan pengenalan yang lebih stabil dibandingkan beberapa pendekatan konvensional, meskipun performanya tetap dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Penelitian Nugroho dkk. menerapkan CNN untuk klasifikasi ekspresi wajah manusia dan menunjukkan penerapan CNN dalam mempelajari karakteristik citra wajah [12]. Penelitian Maulana dkk. menerapkan CNN untuk deteksi bentuk wajah [9]. Sementara itu, Satwikayana dkk. mengembangkan sistem presensi mahasiswa otomatis pada Zoom Meeting menggunakan *face recognition* dengan metode CNN berbasis web [17]. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa CNN dapat diterapkan dalam berbagai tugas pengolahan dan pengenalan citra wajah, termasuk otomatisasi presensi.

Penelitian lain juga mengembangkan sistem presensi berbasis *face recognition* dengan pendekatan yang berbeda, seperti Eigenface, Haar Cascade, maupun metode berbasis CNN. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan metode pengenalan wajah disesuaikan dengan kebutuhan sistem, karakteristik data, serta lingkungan penerapannya.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti & Tahun	Metode yang Digunakan	Hasil Akurasi	Kelebihan/Catatan
Pratama et al. (2022)	Haar Vascade+LBPH	88.5%	Cepat namun sensitif terhadap perubahan pencahayaan ekstrim.
Sanjaya & Rina (2023)	MobileNetV2 Transfer Learning	94.2%	Ringan untuk perangkat mobile, akurasi cukup tinggi.
Penelitian ini (2026)	Custom CHH+Cosine Similarity	96.8%	Akurat pada berbagai kondisi pencahayaan dan variasi sudut wajah.

Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat dilihat bahwa teknologi *face recognition* telah banyak digunakan untuk mendukung otomatisasi presensi. Namun, penelitian-penelitian tersebut memiliki fokus yang beragam, baik pada pengembangan metode pengenalan wajah, konteks penerapan, maupun integrasi sistem. Selain itu, kondisi

operasional seperti jarak pengguna terhadap kamera dan intensitas pencahayaan perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kemampuan sistem dalam mengenali wajah.

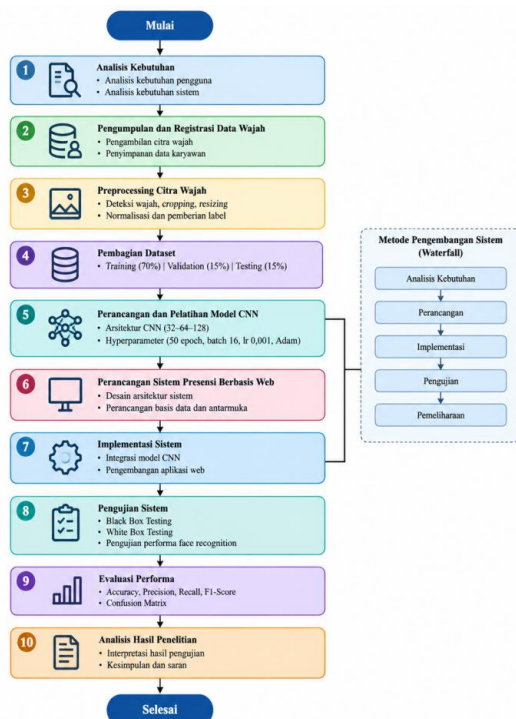
Penelitian ini berfokus pada penerapan CNN sebagai bagian dari sistem presensi karyawan berbasis web yang mengintegrasikan proses

registrasi pengguna, pengambilan dan identifikasi wajah, pencatatan kehadiran, serta pengelolaan laporan presensi. Selain pengujian fungsi sistem, penelitian ini mengevaluasi keberhasilan pengenalan wajah melalui pengujian operasional sebanyak 200 percobaan pada variasi jarak dan intensitas pencahayaan. Dengan demikian, penelitian diarahkan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan identifikasi wajah sekaligus mendukung proses presensi secara terintegrasi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem presensi karyawan berbasis *face recognition* menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang terintegrasi dengan aplikasi berbasis web. Sistem dirancang untuk menghubungkan proses registrasi data karyawan, pengambilan citra wajah, identifikasi wajah melalui kamera, pencatatan kehadiran, serta pengelolaan data presensi dalam satu sistem terintegrasi.

Secara umum, tahapan penelitian meliputi:



Gambar1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan, pengumpulan dan pengolahan data wajah, perancangan model CNN, perancangan sistem, implementasi, hingga pengujian. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah metode *Waterfall*. Pemilihan metode tersebut disesuaikan dengan karakteristik pengembangan sistem yang dilakukan secara

bertahap, mulai dari analisis kebutuhan sampai pengujian sistem.

Alur penelitian dimulai dari proses registrasi karyawan dan pengambilan citra wajah menggunakan kamera. Citra yang diperoleh kemudian diproses agar memiliki ukuran dan format yang seragam. Dataset selanjutnya dibagi menjadi data latih, validasi, dan pengujian. Data latih digunakan untuk membangun model CNN, data validasi digunakan untuk memantau proses pelatihan, sedangkan data pengujian digunakan untuk mengetahui kemampuan model dalam mengenali citra yang belum digunakan pada proses pembelajaran.

Model CNN yang telah dilatih kemudian diintegrasikan dengan sistem presensi berbasis web. Ketika karyawan melakukan presensi, kamera menangkap citra wajah, kemudian sistem melakukan proses pengenalan dengan membandingkan citra masukan terhadap data wajah yang telah terdaftar. Apabila identitas berhasil dikenali, sistem mencatat waktu dan status kehadiran ke dalam basis data.

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Waterfall*. Metode *Waterfall* terdiri atas tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Penggunaan metode ini sesuai dengan proses pengembangan sistem yang dilakukan secara berurutan dan terstruktur.

3.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan kebutuhan sistem presensi karyawan. Analisis dilakukan terhadap proses presensi, pengelolaan data karyawan, proses registrasi wajah, pencatatan kehadiran, serta penyajian laporan.

Berdasarkan analisis tersebut, sistem memiliki dua kelompok pengguna utama, yaitu admin dan karyawan. Admin memiliki hak untuk mengelola data pengguna, melakukan registrasi wajah, mengakses data presensi, melakukan pengaturan sistem, dan melihat laporan kehadiran. Karyawan menggunakan sistem untuk melakukan proses presensi berdasarkan identifikasi wajah.

Kebutuhan fungsional sistem meliputi:

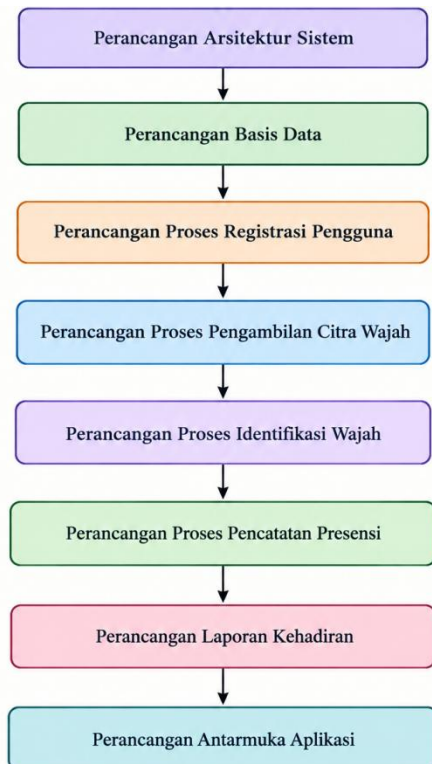
- Proses login pengguna;
- Pengelolaan data karyawan;
- Registrasi dan pengambilan citra wajah;
- Pengujian kamera;
- Proses identifikasi wajah;
- Pencatatan presensi;
- Pengelolaan data kehadiran;
- Pengajuan izin dan cuti;
- Akses presensi melalui perangkat mobile;
- Penyajian laporan kehadiran; dan
- Pengaturan sistem.

Data wajah yang telah diperoleh pada tahap registrasi digunakan sebagai data referensi dalam

proses identifikasi. Mekanisme tersebut sesuai dengan rancangan sistem, yaitu wajah karyawan terlebih dahulu didaftarkan dan kemudian digunakan sebagai acuan ketika proses presensi dilakukan.

3.2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan dilakukan untuk menentukan struktur sistem, basis data, antarmuka, serta alur proses presensi. Perancangan sistem seperti pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Tahapan Perancangan sistem

Sistem dirancang agar hasil identifikasi wajah dapat langsung dihubungkan dengan data pengguna dan data kehadiran. Dengan demikian, proses pengenalan wajah tidak berdiri sendiri, tetapi menjadi bagian dari alur administrasi presensi.

3.3. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan dengan menerjemahkan rancangan sistem ke dalam aplikasi berbasis web. Implementasi mencakup pengembangan antarmuka pengguna, basis data, proses registrasi wajah, pengambilan citra menggunakan kamera, proses identifikasi wajah, dan pencatatan data presensi.

Pada tahap ini model CNN diintegrasikan dengan sistem sehingga hasil identifikasi dapat digunakan untuk menentukan identitas karyawan. Setelah identitas diperoleh, sistem menyimpan data presensi ke dalam basis data.

3.4. Pengumpulan Data

Data penelitian berupa citra wajah yang diperoleh dari 10 subjek atau identitas pengguna. Setiap subjek direpresentasikan dalam dataset sehingga diperoleh total 300 citra wajah. Data tersebut digunakan sebagai dataset untuk proses pelatihan, validasi, dan pengujian model CNN.

Selain dataset untuk proses pengembangan model, dilakukan pengujian operasional sistem sebanyak 200 percobaan. Pengujian operasional tersebut dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengenali wajah pada kondisi penggunaan langsung dengan variasi jarak dan intensitas pencahayaan.

3.5. Preprocessing Citra Wajah

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk menghasilkan citra yang memiliki karakteristik lebih seragam sebelum diberikan kepada model CNN. *Preprocessing* diperlukan karena citra yang diperoleh dari kamera dapat memiliki perbedaan ukuran, posisi wajah, dan tingkat pencahayaan.

a. Akuisisi Citra

Citra wajah diperoleh menggunakan kamera yang tersedia pada perangkat sistem. Kamera digunakan untuk mengambil citra wajah ketika proses registrasi maupun ketika karyawan melakukan presensi.

b. Deteksi Area Wajah

Tahap deteksi wajah dilakukan untuk menentukan area citra yang mengandung wajah. Bagian wajah yang terdeteksi digunakan sebagai area masukan untuk proses pengenalan sehingga bagian latar belakang yang tidak berkaitan dengan identitas dapat dikurangi.

c. Cropping

Setelah area wajah diperoleh, citra dilakukan cropping sehingga hanya area wajah yang menjadi objek utama. Proses ini bertujuan untuk mengurangi pengaruh latar belakang terhadap proses ekstraksi fitur.

d. Resizing

Citra wajah hasil cropping diubah ukurannya menjadi 128×128 piksel. Ukuran tersebut digunakan agar seluruh citra memiliki dimensi masukan yang sama ketika diberikan kepada CNN.

e. Normalisasi

Nilai piksel citra dinormalisasi dari rentang 0–255 menjadi rentang 0–1 menggunakan persamaan:

$$x' = \frac{x}{255}$$

dengan (x) merupakan nilai piksel awal dan (x') merupakan nilai piksel setelah normalisasi.

Normalisasi dilakukan agar nilai masukan berada pada rentang yang lebih terkontrol sehingga proses optimasi model dapat berlangsung lebih stabil.

f. Pemberian Label

Setiap citra diberikan label berdasarkan identitas subjek. Karena terdapat 10 subjek, maka terdapat 10 kelas identitas yang digunakan sebagai target klasifikasi.

Tahapan preprocessing tersebut menghasilkan citra yang siap digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian CNN.

3.6. Pembagian Dataset

Dataset sebanyak 300 citra dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu data training, validation, dan testing. Pembagian dilakukan dengan rasio 70% : 15% : 15%.

Komposisi pembagian dataset ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembagian Dataset

Dataset	Persentase	Jumlah Citra
Training	70%	210
Validation	15%	45
Testing	15%	45
Total	100%	300

Data training digunakan untuk melakukan pembelajaran parameter model CNN. Data *validation* digunakan untuk memantau performa model selama proses training dan membantu mengetahui indikasi *overfitting*. Data testing digunakan sebagai data independen untuk mengetahui kemampuan model dalam melakukan klasifikasi terhadap citra yang tidak digunakan dalam proses pembelajaran.

Pembagian dilakukan dengan mempertahankan proporsi kelas sehingga setiap identitas tetap terwakili dalam kelompok *training*, *validation*, dan *testing*.

3.7. Perancangan Arsitektur CNN

Metode utama yang digunakan untuk proses pengenalan wajah adalah *Convolutional Neural Network (CNN)*. CNN digunakan karena mampu melakukan ekstraksi fitur citra secara bertingkat melalui *convolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*. Konsep tersebut juga sesuai dengan penjelasan pada penelitian bahwa CNN digunakan untuk mempelajari karakteristik citra secara otomatis.

Arsitektur CNN pada penelitian ini dirancang menggunakan tiga *convolution layer*. Setiap *convolution layer* menggunakan kernel berukuran 3×3 dan fungsi aktivasi ReLU. Setelah *convolution* dilakukan proses *MaxPooling* dengan ukuran 2×2 .

Struktur model ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Arsitektur CNN

No.	Layer	Parameter	Output
1	Input	$128 \times 128 \times 3$	$128 \times 128 \times 3$
2	Convolution 1	32 filter, 3×3 , ReLU	$128 \times 128 \times 32$
3	MaxPooling 1	2×2	$64 \times 64 \times 32$

No.	Layer	Parameter	Output
4	Convolution 2	64 filter, 3×3 , ReLU	$64 \times 64 \times 64$
5	MaxPooling 2	2×2	$32 \times 32 \times 64$
6	Convolution 3	128 filter, 3×3 , ReLU	$32 \times 32 \times 128$
7	MaxPooling 3	2×2	$16 \times 16 \times 128$
8	Flatten	-	32.768
9	Dense	128 neuron, ReLU	128
10	Dropout	0,5	128
11	Output	10 neuron, Softmax	10 kelas

a. Convolution Layer

Convolution layer digunakan untuk mengekstraksi karakteristik citra. Pada lapisan awal, model mempelajari pola sederhana seperti garis dan tepi. Pada lapisan berikutnya, fitur yang dipelajari menjadi semakin kompleks.

Jumlah filter yang digunakan berturut-turut adalah 32, 64, dan 128. Peningkatan jumlah filter memungkinkan model mempelajari representasi fitur yang lebih beragam pada setiap tahap.

b. Fungsi Aktivasi ReLU

Fungsi aktivasi ReLU digunakan pada setiap *convolution layer* dan *dense layer*. Fungsi ReLU dirumuskan sebagai:

$$f(x) = \max(0, x)$$

Penggunaan ReLU memungkinkan jaringan mempelajari hubungan nonlinier pada citra wajah.

c. MaxPooling

MaxPooling berukuran 2×2 digunakan untuk mengurangi dimensi fitur. Operasi ini mengambil nilai maksimum pada area tertentu sehingga ukuran representasi fitur menjadi lebih kecil namun tetap mempertahankan karakteristik penting.

d. Flatten

Output dari *convolution* dan *pooling* kemudian diubah menjadi vektor satu dimensi menggunakan *Flatten*. Vektor tersebut selanjutnya menjadi masukan bagi *fully connected layer*.

e. Fully Connected Layer

Fully connected layer terdiri atas 128 neuron dengan fungsi aktivasi ReLU. *Layer* ini digunakan untuk mempelajari hubungan antara fitur yang telah diekstraksi dan kelas identitas karyawan.

f. Dropout

Dropout sebesar 0,5 diterapkan sebelum output layer. *Dropout* digunakan untuk mengurangi risiko *overfitting* dengan menonaktifkan sebagian neuron secara acak selama proses training.

g. Output Layer

Output layer memiliki 10 neuron yang merepresentasikan 10 kelas identitas karyawan.

Fungsi aktivasi Softmax digunakan untuk menghasilkan probabilitas masing-masing kelas. Probabilitas kelas dihitung menggunakan:

$$P(y = i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^K e^{z_j}}$$

dengan (K) merupakan jumlah kelas dan (z_i) merupakan nilai keluaran neuron ke-(i).

Kelas dengan probabilitas tertinggi digunakan sebagai hasil identifikasi.

3.8. Konfigurasi Pelatihan CNN

Proses training dilakukan menggunakan dataset training dan validation. Parameter pelatihan model ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter Pelatihan CNN

Parameter	Nilai
Epoch	50
Batch size	16
Learning rate	0,001
Optimizer	Adam
Loss function	Categorical Cross-Entropy
Activation hidden layer	ReLU
Activation output layer	Softmax
Input size	$128 \times 128 \times 3$
Jumlah kelas	10
Dropout	0,5

Optimizer Adam digunakan untuk memperbarui bobot jaringan berdasarkan gradien kesalahan. Learning rate sebesar 0,001 digunakan sebagai nilai awal pembaruan bobot.

Fungsi *loss* yang digunakan adalah *categorical cross-entropy* karena masalah yang dihadapi merupakan klasifikasi multikelas. Fungsi tersebut dirumuskan sebagai:

$$L = - \sum_{i=1}^K y_i \log(\hat{y}_i)$$

dengan y_i merupakan label sebenarnya dan $\hat{y}_i$ merupakan probabilitas hasil prediksi model.

Proses training dilakukan sebanyak 50 epoch dengan *batch size* 16. Pada setiap *epoch*, model melakukan pembelajaran terhadap data training dan kemudian dievaluasi menggunakan data *validation*.

3.9. Proses Identifikasi Wajah

Proses identifikasi wajah merupakan tahapan utama pada sistem presensi. Proses ini dilakukan setelah data wajah karyawan berhasil diregistrasikan.

Tahapan identifikasi terdiri atas:

- Kamera mengambil citra wajah pengguna;
- Sistem mendeteksi area wajah;
- Citra wajah dilakukan *preprocessing*;
- Citra diubah ke ukuran 128×128 piksel;
- Nilai piksel dinormalisasi;
- Citra diberikan kepada model CNN;
- Cnn melakukan ekstraksi fitur dan klasifikasi;

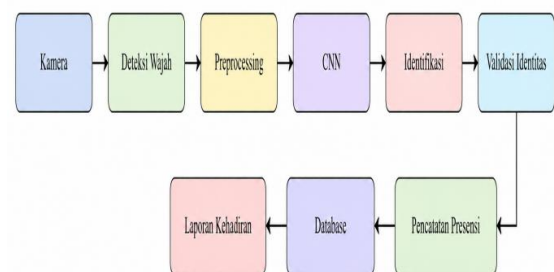
- Model menghasilkan probabilitas untuk setiap kelas;
- Kelas dengan probabilitas tertinggi ditentukan sebagai identitas pengguna; dan
- Hasil identifikasi digunakan untuk proses pencatatan presensi.

Konsep tersebut sejalan dengan mekanisme sistem penelitian, yaitu citra wajah yang ditangkap kamera dibandingkan dengan data wajah yang telah tersimpan pada basis data. Apabila identitas berhasil dikenali, sistem mencatat data kehadiran secara otomatis.

3.10. Implementasi Sistem Presensi

Sistem presensi mengintegrasikan data pengguna, data citra wajah, proses identifikasi, dan data kehadiran. Tahap registrasi digunakan untuk memasukkan nomor *enrollment*, nama pengguna, jabatan, dan alamat. Setelah data pengguna tersimpan, sistem melakukan pengambilan citra wajah melalui kamera. Citra tersebut digunakan sebagai data referensi dalam proses pengenalan wajah.

Pada saat presensi, kamera mengambil citra wajah pengguna dan sistem melakukan proses identifikasi menggunakan model CNN. Hasil identifikasi digunakan untuk mencatat waktu presensi masuk maupun presensi keluar. Data presensi selanjutnya disimpan dalam basis data dan dapat ditampilkan melalui sistem berbasis web. Alur proses presensi dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 3. Alur Proses Presensi

Gambar 4. Halaman Registrasi Pengguna dan Pengambilan Citra Wajah

Berdasarkan Gambar 4, halaman registrasi pengguna digunakan untuk memasukkan data karyawan yang akan didaftarkan ke dalam sistem. Administrator menginput data pengguna dan melakukan proses pengambilan citra wajah melalui

kamera yang terhubung dengan aplikasi. Data yang berhasil direkam selanjutnya disimpan ke dalam basis data dan digunakan sebagai referensi pada proses pengenalan wajah saat pengguna melakukan presensi.

3.11. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional dan memiliki kemampuan pengenalan wajah yang memadai. Pengujian terdiri atas tiga bagian, yaitu:

- Black Box Testing*;
- White Box Testing*; dan
- Pengujian performa *face recognition*.

Ketiga pengujian tersebut memiliki tujuan yang berbeda. *Black Box* digunakan untuk mengetahui apakah fungsi aplikasi berjalan sesuai kebutuhan. *White Box* digunakan untuk memeriksa struktur logika program. Sementara itu, pengujian performa digunakan untuk mengukur keberhasilan sistem dalam mengenali wajah.

3.12. Black Box Testing

Black Box Testing dilakukan dengan menguji fungsi sistem berdasarkan input dan output tanpa melihat struktur internal program. Pada penelitian ini digunakan 5 skenario pengujian utama, yaitu

Tabel 5. Skenario Blackbox Testing

No	Test Case	Langkah Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1	Login	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> kemudian memilih Login	Sistem memvalidasi pengguna dan menampilkan halaman utama
2	Input Data User	Memasukkan data pengguna dan melakukan pengambilan gambar	Data pengguna dan citra wajah tersimpan
3	Mulai Presensi	Memilih menu Mulai Presensi	Sistem menampilkan halaman/kamera presensi
4	Test Kamera	Memilih menu Test Kamera	Sistem menampilkan kamera yang dapat digunakan
5	Pengaturan	Memilih menu Pengaturan	Sistem menampilkan halaman pengaturan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kelima skenario dapat dijalankan sesuai fungsi yang dirancang sehingga tingkat keberhasilan fungsional sistem adalah:

$$\frac{5}{5} \times 100$$

Hasil ini menunjukkan bahwa fungsi utama aplikasi telah berjalan sesuai rancangan. Dokumen penelitian juga menunjukkan kelima fungsi tersebut sebagai skenario pengujian yang berhasil.

3.13. White Box Testing

White Box Testing digunakan untuk menganalisis alur logika program dengan melihat struktur kode dan jalur eksekusinya. Pengujian difokuskan pada modul utama sistem, khususnya modul login dan alur fungsi yang berkaitan dengan proses presensi.

Pengujian dilakukan menggunakan metode *Cyclomatic Complexity*. Nilai *Cyclomatic*

Complexity digunakan untuk mengetahui jumlah jalur independen yang perlu diperiksa dalam suatu modul. Pada modul login diperoleh nilai *Cyclomatic Complexity* sebesar 2, sehingga terdapat dua jalur independen yang perlu diperiksa.

3.14. Pengujian Performa Face Recognition

Pengujian performa *face recognition* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengenali wajah pada kondisi jarak dan pencahayaan yang berbeda.

Pengujian dilakukan sebanyak 200 kali, dengan empat kondisi pengujian. Masing-masing kondisi dilakukan sebanyak 50 kali.

Kondisi pengujian meliputi:

- jarak 0,5 meter dengan pencahayaan redup;
- jarak 1,0 meter dengan pencahayaan normal;
- jarak 1,5 meter dengan pencahayaan terang;
- jarak 2,0 meter dengan pencahayaan normal.

Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 6

Tabel 6. Tabel Hasil Pengujian

No.	Jarak	Intensitas Cahaya	Jumlah Pengujian	Berhasil	Tidak Berhasil	Akurasi
1	0,5 m	Redup (<50 lux)	50	46	4	92,0%
2	1,0 m	Normal (150–300 lux)	50	49	1	98,0%
3	1,5 m	Terang (>400 lux)	50	48	2	96,0%
4	2,0 m	Normal (150–300 lux)	50	42	8	84,0%
Total	-	-	200	185	15	92,5%

Nilai akurasi pada setiap kondisi dihitung menggunakan persamaan:

$$Accuracy = \frac{\text{Jumlah Identifikasi Berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100$$

Sebagai contoh, pada jarak 1,0 meter:

$$Accuracy = \frac{49}{50} \times 100 = 98,0\%$$

Sedangkan akurasi keseluruhan adalah:

$$Accuracy = \frac{185}{200} \times 100 = 84,0\%$$

Data pengujian menunjukkan bahwa kondisi dengan akurasi tertinggi adalah jarak 1,0 meter dengan pencahayaan normal sebesar 98,0%, sedangkan kondisi terendah adalah jarak 2,0 meter dengan pencahayaan normal sebesar 84,0%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jarak antara kamera dan wajah menjadi salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan identifikasi.

3.15. Metrik Evaluasi Model

Untuk memberikan evaluasi yang lebih komprehensif, penelitian ini menggunakan beberapa metrik evaluasi, yaitu *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

3.16. Accuracy

Accuracy menunjukkan proporsi prediksi yang benar dibandingkan seluruh data pengujian.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Pada pengujian sistem secara keseluruhan, akurasi *face recognition* dihitung berdasarkan jumlah identifikasi berhasil terhadap seluruh percobaan.

Hasil yang diperoleh adalah:

$$Accuracy = \frac{185}{200} = 92,5$$

3.17. Kriteria Keberhasilan Penelitian

Kriteria keberhasilan penelitian ditentukan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu keberhasilan fungsi sistem, keberhasilan proses identifikasi wajah, dan kemampuan sistem pada variasi kondisi operasional.

a. Keberhasilan fungsional, yaitu seluruh skenario *Black Box Testing* dapat dijalankan sesuai fungsi yang dirancang. Pada penelitian ini terdapat lima skenario dan seluruhnya berhasil sehingga tingkat keberhasilan fungsional mencapai 100%.

b. Keberhasilan Pengenalan Wajah, dievaluasi berdasarkan jumlah identifikasi benar terhadap total percobaan.

Dari 200 percobaan diperoleh 185 identifikasi berhasil sehingga tingkat keberhasilan keseluruhan adalah:

$$\frac{185}{200} \times 100 = 92,5\%$$

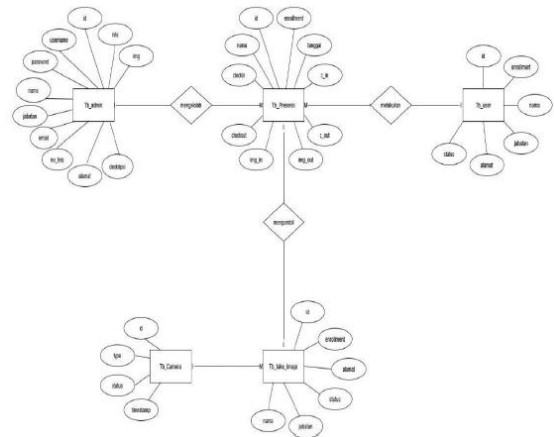
c. Kemampuan pada kondisi operasional, yaitu kemampuan sistem dalam melakukan identifikasi pada variasi jarak dan intensitas pencahayaan. Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui kondisi dengan performa tertinggi dan terendah.

Penelitian ini tidak menggunakan *precision*, *recall*, *F1-score*, maupun *confusion matrix* sebagai metrik utama karena pengujian yang dilakukan tidak menghasilkan data prediksi per kelas yang diperlukan untuk menghitung metrik tersebut. Evaluasi difokuskan pada tingkat keberhasilan

identifikasi secara keseluruhan dan pengaruh kondisi jarak serta pencahayaan terhadap hasil pengenalan.

3.18. Perancangan Basis Data (ERD)

Perancangan basis data dilakukan untuk mendukung proses penyimpanan dan pengelolaan data pada sistem presensi karyawan berbasis *face recognition*. Basis data dirancang agar dapat mengintegrasikan data pengguna, data presensi, data citra wajah, serta data administrator ke dalam satu sistem yang terstruktur.



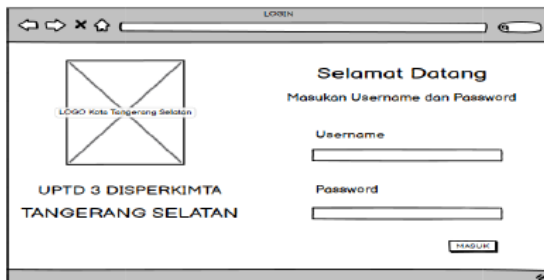
Gambar 5. Entity Relationship Diagram (ERD)

Berdasarkan Gambar 5, sistem terdiri dari beberapa entitas utama yaitu *Tb_admin*, *Tb_user*, *Tb_presensi*, *Tb_take_image*, dan *Tb_camera*. Entitas *Tb_admin* digunakan untuk menyimpan data administrator yang mengelola sistem. Entitas *Tb_user* digunakan untuk menyimpan data pengguna atau karyawan yang terdaftar pada sistem. Entitas *Tb_presensi* digunakan untuk menyimpan data kehadiran pengguna, sedangkan *Tb_take_image* berfungsi untuk menyimpan data citra wajah yang digunakan pada proses pengenalan wajah. Adapun *Tb_camera* digunakan untuk menyimpan informasi yang berkaitan dengan proses pengambilan citra wajah.

Relasi antar entitas dirancang untuk mendukung proses registrasi pengguna, pengambilan citra wajah, identifikasi pengguna, serta pencatatan data presensi secara terintegrasi. Dengan rancangan basis data tersebut, sistem diharapkan mampu mengelola data secara terstruktur dan meningkatkan efektivitas proses presensi.

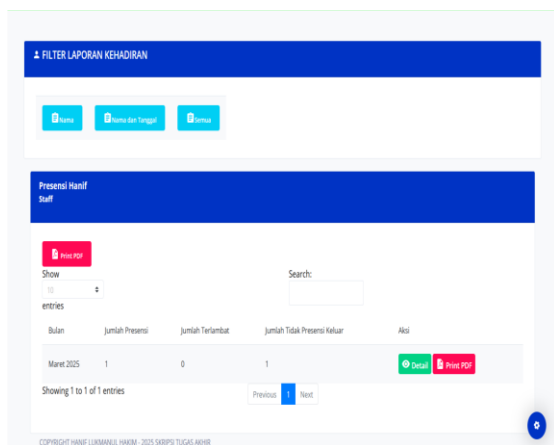
3.19. Perancangan Antarmuka (User Interface)

Perancangan antarmuka dilakukan untuk menggambarkan tampilan sistem yang akan digunakan oleh administrator dalam mengelola data pengguna dan data presensi. Antarmuka dirancang agar mudah digunakan serta mampu menyajikan informasi yang dibutuhkan secara efektif..



Gambar 6. Halaman Login

Berdasarkan Gambar 6, halaman login merupakan tampilan awal sistem yang digunakan sebagai proses autentikasi pengguna. Pada halaman ini administrator harus memasukkan *username* dan *password* yang valid sebelum dapat mengakses sistem.



Gambar 7. Halaman Laporan Kehadiran

Berdasarkan Gambar 7, halaman laporan kehadiran digunakan untuk menampilkan data presensi pengguna yang telah tersimpan pada sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi identitas pengguna, waktu kehadiran, serta status presensi yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kehadiran karyawan.

3.20. Implementasi dan Pengujian Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan menerapkan rancangan yang telah dibuat ke dalam bentuk aplikasi presensi berbasis *face recognition*. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan basis data *MySQL* untuk mendukung proses penyimpanan data pengguna, data citra wajah, dan data presensi.

Pada tahap implementasi, sistem mampu melakukan registrasi pengguna, pengambilan citra wajah, identifikasi pengguna, serta pencatatan kehadiran secara otomatis. Proses identifikasi dilakukan dengan memanfaatkan data wajah yang telah tersimpan pada sistem sehingga pengguna dapat melakukan presensi tanpa perlu melakukan input data secara manual.

Implementasi sistem juga mencakup pengelolaan data pengguna, pengelolaan data presensi, dan penyajian laporan kehadiran yang dapat diakses melalui antarmuka berbasis web. Dengan implementasi tersebut, proses presensi menjadi lebih efektif dan mampu meminimalkan kesalahan pencatatan kehadiran.

3.21. Pengujian Sistem dengan pengenalan wajah

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai kebutuhan. Pengujian terdiri atas pengujian fungsional menggunakan *Black Box Testing*, pengujian struktur dan alur program menggunakan *White Box Testing*, serta pengujian performa pengenalan wajah berdasarkan jarak dan intensitas cahaya.

Pengujian pengenalan wajah dilakukan dengan total 200 percobaan, yang terdiri atas empat kondisi pengujian dengan masing-masing 50 percobaan. Hasil pengujian digunakan untuk menghitung tingkat keberhasilan identifikasi wajah

3.22. Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan dilakukan setelah sistem diimplementasikan. Pemeliharaan mencakup perbaikan kesalahan program, penyesuaian kebutuhan pengguna, pengelolaan data pengguna, serta pengembangan dataset wajah apabila diperlukan.

Tahap ini juga memungkinkan sistem dikembangkan dengan menambahkan data wajah, memperbaiki model, serta meningkatkan kemampuan sistem terhadap variasi pencahayaan dan posisi wajah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem presensi karyawan berbasis *face recognition* berhasil dikembangkan dan diintegrasikan dengan sistem berbasis web. Sistem menyediakan beberapa fungsi utama, yaitu autentikasi pengguna, pengelolaan data karyawan, registrasi dan pengambilan citra wajah, proses identifikasi wajah, pencatatan presensi, serta penyajian laporan kehadiran.

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan setiap fungsi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh skenario yang diuji dapat dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Proses *login* dapat memvalidasi pengguna, proses input data dapat menyimpan data pengguna, kamera dapat digunakan untuk mengambil citra wajah, proses presensi dapat dijalankan, dan data kehadiran dapat ditampilkan pada halaman laporan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara antarmuka, basis data, dan

modul pengenalan wajah telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem.

Hasil pengujian fungsional tersebut menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi aspek fungsional dasar. Namun, keberhasilan fungsi aplikasi tidak secara langsung menunjukkan bahwa model face recognition memiliki performa pengenalan yang tinggi. Oleh karena itu, evaluasi selanjutnya difokuskan pada kemampuan sistem dalam mengenali wajah pada kondisi penggunaan yang berbeda.. Implementasi sistem dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan basis data *MySQL*.

4.2. Halaman Login

Halaman login merupakan gerbang awal untuk mengakses sistem presensi berbasis *face recognition*. Implementasi halaman login telah sesuai dengan rancangan antarmuka. Melalui halaman ini, administrator diwajibkan memasukkan *username* dan *password* yang *valid* untuk memperoleh hak akses ke dalam sistem.

Proses autentikasi dilakukan dengan mencocokkan data yang dimasukkan pengguna dengan data yang tersimpan pada basis data. Apabila data yang dimasukkan sesuai, sistem akan mengarahkan pengguna ke halaman utama.



Gambar 8. Halaman Utama Presensi

Halaman utama menampilkan informasi dan menu yang digunakan untuk mengakses seluruh fitur sistem. Melalui halaman ini administrator dapat mengelola data pengguna, melakukan proses presensi, mengakses laporan kehadiran, dan melakukan pengaturan sistem.

4.3. Halaman Input Data Pengguna

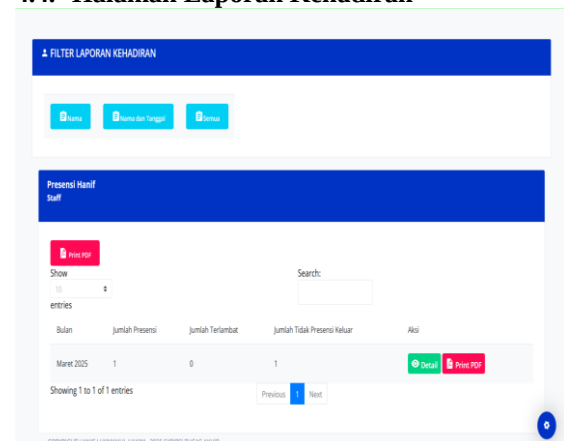
Implementasi registrasi pengguna dilakukan untuk memasukkan data karyawan yang akan menggunakan sistem presensi berbasis *face recognition*. Fitur ini telah diimplementasikan sesuai dengan rancangan antarmuka. Pada tahap ini, administrator menginput data pengguna yang meliputi *Enrollment ID*, nama pengguna, jabatan, dan alamat ke dalam sistem.

Setelah data pengguna berhasil disimpan, sistem melakukan proses pengambilan citra wajah menggunakan kamera yang terhubung dengan aplikasi. Proses ini dilakukan melalui fitur *Ambil Gambar*, yang berfungsi untuk merekam wajah pengguna dan menyimpannya ke dalam basis data sebagai data referensi. Data wajah yang tersimpan akan digunakan oleh sistem dalam proses identifikasi saat pengguna melakukan presensi.

Implementasi fitur registrasi dan pengambilan citra wajah merupakan tahapan penting dalam sistem karena menentukan keberhasilan proses pengenalan wajah. Data pengguna dan citra wajah yang tersimpan menjadi dasar bagi sistem untuk melakukan verifikasi identitas secara otomatis ketika proses presensi berlangsung.

Dengan adanya fitur ini, proses pendaftaran pengguna dapat dilakukan secara terstruktur dan terintegrasi dengan sistem presensi. Selain itu, penyimpanan data wajah sebagai referensi identifikasi memungkinkan sistem melakukan proses presensi secara otomatis tanpa memerlukan input data secara manual dari pengguna.

4.4. Halaman Laporan Kehadiran



Gambar 9. Halaman Laporan Kehadiran

Halaman laporan kehadiran digunakan untuk menampilkan seluruh data presensi yang telah tersimpan pada sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi identitas pengguna, waktu kehadiran, serta status presensi sehingga memudahkan proses monitoring dan evaluasi kehadiran karyawan.

4.5. Hasil Pengujian Black Box

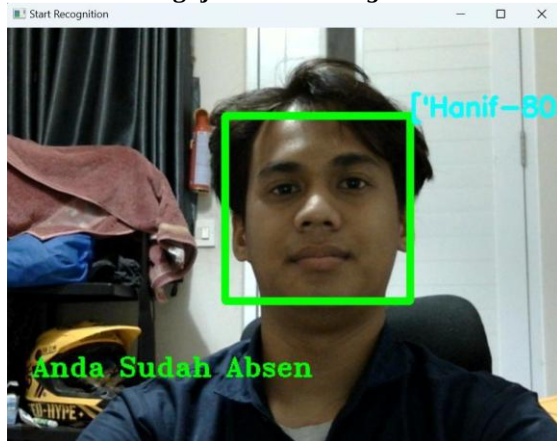
Pengujian *Black Box* dilakukan dengan menguji fungsi utama sistem tanpa melihat struktur kode program. Pengujian meliputi proses login, input data pengguna, proses mulai presensi, pengujian kamera, dan pengaturan sistem. Berdasarkan hasil pengujian, kelima skenario dapat dijalankan sesuai dengan keluaran yang diharapkan.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Black Box*

No.	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Login	Berhasil	Sistem dapat melakukan autentikasi pengguna
2	Input data pengguna	Berhasil	Data pengguna dan citra wajah dapat disimpan
3	Mulai presensi	Berhasil	Sistem menampilkan halaman presensi
4	Pengujian kamera	Berhasil	Kamera dapat digunakan untuk proses pengambilan citra
5	Pengaturan	Berhasil	Sistem dapat menampilkan halaman pengaturan

Berdasarkan Tabel 8, seluruh 5 skenario pengujian berhasil dijalankan sehingga tingkat keberhasilan pengujian fungsional adalah 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak ditemukan kesalahan fungsional yang menghambat proses utama sistem. Akan tetapi, hasil tersebut merupakan evaluasi terhadap fungsi aplikasi dan bukan ukuran langsung terhadap kemampuan model CNN dalam melakukan identifikasi wajah.

4.6. Hasil Pengujian *Face Recognition*



Gambar 10. Halaman Presensi

Berdasarkan Gambar 9, halaman presensi digunakan untuk melakukan proses identifikasi wajah pengguna secara otomatis. Sistem akan membandingkan citra wajah yang ditangkap kamera dengan data wajah yang telah tersimpan pada basis data. Apabila identitas pengguna berhasil dikenali, sistem akan mencatat data kehadiran secara otomatis.

Pengujian *face recognition* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengenali wajah pengguna pada kondisi penggunaan yang berbeda. Pengujian dilakukan sebanyak 200 kali. Dari keseluruhan pengujian tersebut, sebanyak 185 pengujian berhasil mengenali wajah dan 15 pengujian mengalami kegagalan.

Tabel 9. Hasil Pengujian *Face Recognition*

Parameter	Hasil
Jumlah pengujian	200
Berhasil dikenali	185
Tidak berhasil dikenali	15
Akurasi keseluruhan	92,50%

Akurasi dihitung menggunakan persamaan:

$$Accuracy = \frac{\text{Jumlah Pengujian Berhasil}}{\text{Jumlah Seluruh Pengujian}} \times 100$$

Sehingga diperoleh:

$$Accuracy = \frac{185}{200} \times 100 = 92,5\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem berhasil mengenali wajah pada 185 dari 200 percobaan. Dengan demikian, tingkat keberhasilan pengenalan secara keseluruhan mencapai 92,5%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem telah mampu menjalankan proses identifikasi wajah pada sebagian besar pengujian, tetapi masih terdapat 7,5% pengujian yang mengalami kegagalan.

Kegagalan tersebut menunjukkan bahwa performa *face recognition* tidak hanya dipengaruhi oleh model CNN, tetapi juga oleh kondisi citra yang diterima oleh sistem. Faktor seperti jarak wajah terhadap kamera, intensitas pencahayaan, kualitas citra, dan posisi wajah dapat memengaruhi informasi visual yang digunakan pada proses identifikasi.

4.7. Pengujian Berdasarkan Jarak dan Intensitas Pencahayaan

Untuk mengetahui ketahanan sistem terhadap kondisi lingkungan, pengujian dilakukan pada beberapa kombinasi jarak dan intensitas cahaya. Setiap kondisi dilakukan sebanyak 50 kali pengujian.

Tabel 10. Hasil Pengujian Berdasarkan Jarak dan Intensitas Cahaya

Jarak	Intensitas Cahaya	Jumlah Pengujian	Berhasil	Akurasi
0,5 m	Redup (<50 Lux)	50	46	92,00%
1,0 m	Normal (150–300 Lux)	50	49	98,00%
1,5 m	Terang (>400 Lux)	50	48	96,00%
2,0 m	Normal (150–300 Lux)	50	42	84,00%
Total	—	200	185	92,50%

Data pada Tabel 11 menunjukkan bahwa akurasi tertinggi diperoleh pada jarak 1,0 meter dengan intensitas cahaya normal, yaitu sebesar 98%. Sementara itu, akurasi terendah diperoleh pada jarak 2,0 meter dengan pencahayaan normal, yaitu sebesar 84%. Data pengujian ini menunjukkan bahwa 98% merupakan akurasi pada kondisi tertentu, bukan akurasi keseluruhan sistem. Akurasi keseluruhan dari 200 pengujian adalah 92,5%.

Pada jarak 0,5 meter dengan kondisi cahaya redup, sistem memperoleh akurasi 92%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem masih mampu mengenali sebagian besar wajah meskipun intensitas cahaya berada di bawah 50 Lux. Namun, kondisi pencahayaan yang rendah dapat mengurangi kualitas informasi visual pada citra wajah sehingga beberapa citra tidak dapat dikenali dengan benar.

Pada jarak 1,0 meter dengan intensitas cahaya normal, sistem memperoleh akurasi 98%. Kondisi ini menghasilkan performa terbaik dibandingkan kondisi lainnya. Jarak tersebut memungkinkan wajah memperoleh ukuran citra yang cukup untuk diproses, sedangkan intensitas cahaya normal memberikan informasi visual yang relatif lebih jelas.

Pada jarak 1,5 meter dengan pencahayaan lebih terang, akurasi yang diperoleh adalah 96%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem masih dapat melakukan pengenalan dengan baik pada jarak tersebut. Namun, pencahayaan yang terlalu tinggi juga dapat menghasilkan bagian wajah yang terlalu terang atau memiliki kontras yang berbeda sehingga kualitas fitur wajah yang diterima model dapat berubah.

Penurunan paling besar terlihat pada jarak 2,0 meter dengan akurasi 84%. Pada jarak tersebut, ukuran wajah relatif lebih kecil pada citra yang ditangkap kamera. Kondisi ini menyebabkan informasi detail pada wajah yang digunakan dalam proses klasifikasi menjadi lebih terbatas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jarak antara pengguna dan kamera merupakan salah satu faktor penting dalam penerapan sistem face recognition.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa sistem presensi berbasis face recognition dapat mengalami perubahan performa ketika digunakan pada kondisi pencahayaan yang berbeda. Penelitian mengenai reliabilitas sistem presensi berbasis CNN juga menunjukkan adanya penurunan akurasi pada kondisi pencahayaan rendah dibandingkan kondisi pencahayaan optimal.

4.8. Analisis Performa dan Faktor yang Memengaruhi Hasil

Berdasarkan hasil pengujian, performa sistem tidak dapat dinilai hanya dari keberhasilan implementasi aplikasi. Pengujian kuantitatif menunjukkan bahwa kondisi lingkungan memiliki hubungan dengan keberhasilan identifikasi wajah.

Kondisi terbaik diperoleh pada jarak 1,0 meter dengan pencahayaan normal. Pada kondisi tersebut, akurasi mencapai 98%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kondisi operasional yang relatif ideal ketika wajah berada pada jarak yang cukup dekat dengan kamera dan memperoleh pencahayaan yang memadai.

Sebaliknya, akurasi turun menjadi 84% ketika jarak diperbesar menjadi 2,0 meter. Penurunan sebesar 14 poin persentase dibandingkan kondisi terbaik menunjukkan bahwa jarak memiliki pengaruh terhadap kualitas informasi wajah yang diproses sistem. Semakin jauh objek wajah dari kamera, semakin kecil representasi wajah pada citra sehingga detail seperti bentuk mata, hidung, mulut, dan kontur wajah menjadi lebih sulit dibedakan oleh model.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa pencahayaan perlu diperhatikan dalam penggunaan sistem. Pada kondisi redup dengan jarak 0,5 meter, akurasi masih mencapai 92%, sedangkan pada kondisi terang dengan jarak 1,5 meter diperoleh 96%. Dengan demikian, hasil penelitian tidak menunjukkan hubungan yang sederhana bahwa semakin terang cahaya maka akurasi selalu semakin tinggi. Performa merupakan hasil interaksi antara kualitas pencahayaan dan jarak wajah terhadap kamera.

Temuan tersebut memperkuat bahwa penerapan CNN untuk face recognition pada lingkungan nyata membutuhkan kondisi pengambilan citra yang sesuai. Penelitian lain pada sistem presensi berbasis CNN juga melaporkan bahwa kondisi pencahayaan ekstrem dapat menurunkan performa sistem.

4.9. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Perbandingan dengan penelitian terdahulu digunakan untuk menempatkan hasil penelitian ini dalam konteks pengembangan sistem presensi berbasis *face recognition*. Perbandingan dilakukan secara hati-hati karena dataset, jumlah pengguna, arsitektur CNN, perangkat kamera, kondisi lingkungan, dan metode pengujian pada setiap penelitian berbeda.

Tabel 11. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian	Metode/Pendekatan	Konteks Sistem	Hasil Akurasi
Penelitian ini	CNN + sistem presensi berbasis web	Presensi karyawan terintegrasi dengan registrasi, identifikasi wajah, pencatatan kehadiran, dan laporan	92,50%
<i>Smart Attendance System</i> (2025)	Haar Cascade + CNN	Sistem presensi berbasis pengenalan wajah	95,71%

Penelitian	Metode/Pendekatan	Konteks Sistem	Hasil Akurasi
<i>Real-Time Face Attendance</i> (2025)	<i>MobileNet</i> + MTCNN	Sistem presensi dengan pengenalan wajah secara <i>real-time</i>	86%*
<i>Face Recognition Attendance</i> (2026)	<i>Face recognition</i> + sistem presensi	Sistem presensi berbasis pengenalan wajah	94,20%

Berdasarkan Tabel 11, penelitian ini memperoleh akurasi pengenalan wajah sebesar 92,50% dari 200 percobaan. Nilai tersebut berada pada rentang hasil yang dilaporkan oleh beberapa penelitian terdahulu, yaitu 86% hingga 95,71%. Namun, perbedaan dataset, jumlah subjek, perangkat kamera, arsitektur model, serta kondisi pengujian menyebabkan perbedaan nilai akurasi belum dapat digunakan untuk menentukan metode yang lebih unggul secara langsung.

Penelitian *Smart Attendance System* tahun 2025 melaporkan akurasi sebesar 95,71% menggunakan pendekatan Haar Cascade dan CNN. Penelitian tersebut juga mengevaluasi *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Sementara itu, penelitian *Real-Time Face Attendance* tahun 2025 menggunakan kombinasi *MobileNet* dan MTCNN dengan akurasi sebesar 86% pada skenario pengujiannya. Penelitian lainnya pada tahun 2026 melaporkan akurasi sebesar 94,20% pada sistem presensi berbasis *face recognition*.

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu tersebut, kontribusi penelitian ini tidak terletak pada pengembangan arsitektur CNN baru ataupun perbandingan performa beberapa algoritma. Fokus penelitian adalah mengintegrasikan proses registrasi data pengguna, pengambilan dan pengenalan citra wajah, pencatatan kehadiran, serta pengelolaan laporan presensi dalam satu aplikasi berbasis web.

Selain aspek integrasi sistem, penelitian ini juga melakukan pengujian operasional berdasarkan variasi jarak dan intensitas pencahayaan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi terbaik sebesar 98% pada jarak 1,0 meter dengan pencahayaan normal dan akurasi terendah sebesar 84% pada jarak 2,0 meter dengan pencahayaan normal. Temuan tersebut memberikan informasi mengenai kondisi penggunaan yang relatif optimal dan kondisi yang menyebabkan penurunan performa sistem.

Dengan demikian, posisi penelitian ini terhadap penelitian terdahulu terletak pada integrasi *face recognition* berbasis CNN dengan sistem presensi karyawan berbasis web serta evaluasi kemampuan pengenalan berdasarkan kondisi operasional berupa jarak dan intensitas pencahayaan. Penelitian ini tidak mengklaim keunggulan algoritmik dibandingkan penelitian terdahulu, tetapi menunjukkan bahwa CNN dapat diterapkan sebagai bagian dari sistem presensi terintegrasi dengan tingkat keberhasilan pengenalan sebesar 92,50% pada skenario pengujian yang dilakukan.

4.10. Perbandingan dengan Baseline

Perbandingan langsung dengan metode *baseline* seperti SVM, KNN, atau metode *face recognition* lainnya belum dilakukan dalam eksperimen penelitian ini. Oleh karena itu, tidak tepat apabila hasil metode lain dibuat atau diasumsikan untuk kemudian dibandingkan secara langsung dengan CNN.

Meskipun demikian, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemilihan metode dapat menghasilkan performa yang berbeda. Salah satu penelitian tahun 2026 membandingkan beberapa metode untuk sistem presensi pengenalan wajah dan melaporkan bahwa SVM memperoleh akurasi 98%, *precision* 98,33%, *recall* 98,0%, dan *F1-score* 97,98% pada skenario penelitiannya.

Hasil tersebut menunjukkan pentingnya eksperimen komparatif pada penelitian berikutnya. Perbandingan yang lebih kuat dapat dilakukan dengan menggunakan dataset, pembagian data, kondisi pencahayaan, perangkat kamera, dan metrik evaluasi yang sama sehingga perbedaan performa benar-benar berasal dari metode yang dibandingkan.

4.11. Keterbatasan Sistem

Meskipun sistem telah berhasil menjalankan proses presensi berbasis pengenalan wajah, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan.

Pertama, sistem belum dilengkapi dengan mekanisme anti-*spoofing* atau *liveness detection*. Dengan demikian, penelitian ini belum menguji kemampuan sistem dalam membedakan wajah pengguna yang sebenarnya dengan foto atau tampilan wajah pada perangkat lain. Hal ini merupakan aspek penting dalam sistem presensi biometrik karena sistem pengenalan wajah tanpa mekanisme *liveness* dapat memiliki kerentanan terhadap serangan *spoofing*. Penelitian terbaru mengenai sistem presensi karyawan juga menunjukkan bahwa *liveness detection* dapat digunakan sebagai lapisan tambahan sebelum proses identifikasi wajah.

Kedua, performa sistem dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan jarak wajah terhadap kamera. Hal tersebut terlihat dari perbedaan akurasi antara 98% pada jarak 1,0 meter dan 84% pada jarak 2,0 meter. Oleh karena itu, penggunaan sistem pada kondisi lingkungan yang sangat berbeda dari kondisi pengujian perlu dilakukan dengan mempertimbangkan kualitas citra yang dihasilkan kamera.

Ketiga, pengujian variasi pose wajah belum dilakukan secara sistematis. Pengujian yang tersedia dalam penelitian ini berfokus pada jarak dan intensitas pencahayaan. Oleh karena itu,

kemampuan sistem ketika wajah menghadap ke samping, menunduk, menengadahkan, atau berada pada sudut tertentu belum dapat disimpulkan dari penelitian ini.

Keempat, performa *real-time recognition* belum dievaluasi menggunakan ukuran waktu *respons* atau *inference time* secara khusus. Sistem dapat menjalankan proses presensi secara otomatis, tetapi penelitian ini belum melakukan pengukuran waktu pemrosesan per *frame* secara kuantitatif. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengukuran waktu pemrosesan penting untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya akurat tetapi juga responsif ketika digunakan secara langsung. Sebagai contoh, penelitian tahun 2025 melaporkan waktu inferensi rata-rata 0,12 detik per *frame*, sedangkan penelitian tahun 2026 melaporkan sekitar 42 ms per *frame* pada konfigurasi pengujianya.

Kelima, penelitian ini belum melakukan eksperimen komparatif dengan beberapa metode *baseline* menggunakan dataset dan kondisi pengujian yang sama. Oleh karena itu, hasil 92,5% menunjukkan performa sistem yang dikembangkan dalam skenario pengujian penelitian ini, tetapi belum dapat digunakan untuk menyatakan bahwa CNN merupakan metode yang paling baik dibandingkan seluruh metode lainnya.

4.12. Pembahasan Grafik Training dan Validasi Model

Grafik training dan validasi, seperti perubahan training *accuracy*, validation *accuracy*, training *loss*, dan validation *loss* selama proses pelatihan, dapat digunakan untuk mengetahui proses pembelajaran model CNN serta mendeteksi kemungkinan *underfitting* atau *overfitting*.

Pada penelitian ini, data historis setiap epoch berupa nilai training *loss*, validation *loss*, training *accuracy*, dan validation *accuracy* tidak terdokumentasi dalam hasil eksperimen yang tersedia. Oleh karena itu, grafik tersebut tidak digunakan untuk menghasilkan kesimpulan numerik yang tidak dapat diverifikasi.

Evaluasi model dalam penelitian ini menggunakan hasil pengujian langsung terhadap sistem pada 200 percobaan pengenalan wajah. Untuk penelitian lanjutan, pencatatan hasil setiap epoch perlu dilakukan sehingga perkembangan proses pelatihan dapat dianalisis secara lebih mendalam.

4.13. Keterbatasan Sistem

Meskipun sistem telah berhasil menjalankan proses presensi berbasis pengenalan wajah, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan.

Pertama, sistem belum dilengkapi dengan mekanisme anti-*spoofing* atau *liveness detection*. Dengan demikian, penelitian ini belum menguji kemampuan sistem dalam membedakan wajah pengguna yang sebenarnya dengan foto atau

tampilan wajah pada perangkat lain. Hal ini merupakan aspek penting dalam sistem presensi biometrik karena sistem pengenalan wajah tanpa mekanisme *liveness* dapat memiliki kerentanan terhadap serangan *spoofing*. Penelitian terbaru mengenai sistem presensi karyawan juga menunjukkan bahwa *liveness detection* dapat digunakan sebagai lapisan tambahan sebelum proses identifikasi wajah.

Kedua, performa sistem dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan jarak wajah terhadap kamera. Hal tersebut terlihat dari perbedaan akurasi antara 98% pada jarak 1,0 meter dan 84% pada jarak 2,0 meter. Oleh karena itu, penggunaan sistem pada kondisi lingkungan yang sangat berbeda dari kondisi pengujian perlu dilakukan dengan mempertimbangkan kualitas citra yang dihasilkan kamera.

Ketiga, pengujian variasi pose wajah belum dilakukan secara sistematis. Pengujian yang tersedia dalam penelitian ini berfokus pada jarak dan intensitas pencahayaan. Oleh karena itu, kemampuan sistem ketika wajah menghadap ke samping, menunduk, menengadahkan, atau berada pada sudut tertentu belum dapat disimpulkan dari penelitian ini.

Keempat, performa *real-time recognition* belum dievaluasi menggunakan ukuran waktu *respons* atau *inference time* secara khusus. Sistem dapat menjalankan proses presensi secara otomatis, tetapi penelitian ini belum melakukan pengukuran waktu pemrosesan per *frame* secara kuantitatif. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengukuran waktu pemrosesan penting untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya akurat tetapi juga responsif ketika digunakan secara langsung. Sebagai contoh, penelitian tahun 2025 melaporkan waktu inferensi rata-rata 0,12 detik per *frame*, sedangkan penelitian tahun 2026 melaporkan sekitar 42 ms per *frame* pada konfigurasi pengujianya.

Kelima, penelitian ini belum melakukan eksperimen komparatif dengan beberapa metode *baseline* menggunakan dataset dan kondisi pengujian yang sama. Oleh karena itu, hasil 92,5% menunjukkan performa sistem yang dikembangkan dalam skenario pengujian penelitian ini, tetapi belum dapat digunakan untuk menyatakan bahwa CNN merupakan metode yang paling baik dibandingkan seluruh metode lainnya.

4.14. Implikasi Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi *face recognition* dengan sistem presensi berbasis web dapat digunakan untuk mengotomatisasi proses identifikasi dan pencatatan kehadiran. Pengguna tidak perlu melakukan pencatatan kehadiran secara manual karena identitas pengguna diperoleh melalui proses pengenalan wajah dan hasil identifikasi selanjutnya digunakan dalam pencatatan presensi.

Akurasi keseluruhan sebesar 92,5% menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali sebagian besar percobaan pada skenario pengujian. Namun, hasil pengujian berdasarkan jarak menunjukkan bahwa sistem memiliki kondisi operasional yang lebih optimal pada jarak sekitar 1,0 meter dengan pencahayaan normal. Oleh karena itu, dalam implementasi sistem, posisi pengguna terhadap kamera perlu diatur agar proses pengambilan citra berada pada kondisi yang mendukung pengenalan.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi sistem tidak cukup hanya dinilai dari berfungsinya aplikasi. Evaluasi kondisi lingkungan memberikan informasi tambahan mengenai batas penggunaan sistem. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat dipandang sebagai solusi presensi berbasis wajah yang telah memenuhi fungsi dasar dan menunjukkan performa pengenalan sebesar 92,5% pada skenario pengujian, tetapi masih memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan ketahanan terhadap variasi lingkungan, pose wajah, dan serangan *spoofing*.

4.15. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *face recognition* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) pada sistem presensi karyawan telah mampu mengintegrasikan proses registrasi pengguna, pengambilan citra wajah, identifikasi, pencatatan kehadiran, dan pengelolaan data presensi dalam satu sistem berbasis web. Keberhasilan pengujian fungsional menunjukkan bahwa integrasi antara antarmuka, basis data, dan modul pengenalan wajah dapat berjalan sesuai dengan rancangan. Namun, keberhasilan fungsi sistem tidak secara langsung menunjukkan bahwa kemampuan pengenalan wajah telah optimal, sehingga evaluasi juga dilakukan melalui pengujian operasional.

Pada pengujian operasional, sistem menunjukkan kemampuan pengenalan yang cukup baik pada skenario yang diuji. Perbedaan hasil pada setiap kondisi menunjukkan bahwa performa sistem tidak hanya dipengaruhi oleh model CNN, tetapi juga oleh kondisi citra yang diterima kamera. Jarak wajah terhadap kamera dapat memengaruhi ukuran dan detail wajah yang tertangkap, sedangkan pencahayaan dapat memengaruhi kualitas informasi visual yang digunakan dalam proses identifikasi. Hal tersebut terlihat dari adanya perbedaan tingkat keberhasilan antara kondisi pengujian, dengan performa yang lebih baik pada kondisi pengambilan citra yang lebih mendukung proses pengenalan.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa penerapan *face recognition* dalam sistem presensi perlu memperhatikan kondisi operasional saat sistem digunakan. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya menunjukkan bahwa CNN

dapat diterapkan untuk proses identifikasi wajah, tetapi juga memberikan gambaran mengenai kondisi penggunaan yang dapat memengaruhi keberhasilan identifikasi. Hal ini sejalan dengan fokus penelitian yang mengevaluasi kemampuan sistem berdasarkan variasi jarak dan intensitas pencahayaan.

Dari sisi penerapan, sistem yang dikembangkan telah menunjukkan bahwa proses presensi dapat dilakukan secara otomatis setelah wajah pengguna berhasil dikenali. Integrasi antara data pengguna, data wajah, proses identifikasi, dan pencatatan kehadiran memberikan alur kerja yang lebih terstruktur dibandingkan proses pencatatan kehadiran secara manual. Oleh karena itu, kontribusi utama penelitian ini berada pada penerapan dan integrasi *teknologi face recognition* ke dalam sistem presensi karyawan berbasis web, bukan pada pengembangan arsitektur CNN baru atau perbandingan antaralgoritma.

Meskipun demikian, hasil penelitian belum dapat digunakan untuk menyatakan bahwa sistem telah optimal pada seluruh kondisi penggunaan. Penelitian ini belum melakukan pengujian khusus terhadap variasi pose wajah, mekanisme *anti-spoofing* atau *liveness detection*, serta waktu pemrosesan secara real-time. Oleh karena itu, performa yang diperoleh perlu dipahami sebagai hasil pada skenario pengujian yang telah dilakukan. Pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada penambahan variasi kondisi pengujian dan mekanisme keamanan untuk meningkatkan ketahanan sistem dalam penggunaan nyata.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem presensi berbasis *face recognition* menggunakan CNN telah dapat digunakan untuk mendukung otomatisasi pencatatan kehadiran karyawan. Performa pengenalan yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang baik pada kondisi pengujian tertentu, namun kondisi lingkungan tetap menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan dasar penerapan *face recognition* pada sistem presensi sekaligus menunjukkan aspek-aspek yang masih perlu dikembangkan untuk memperoleh sistem yang lebih robust pada kondisi penggunaan yang beragam.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, sistem presensi karyawan berbasis web dengan menerapkan *face recognition* menggunakan pendekatan *Convolutional Neural Network* (CNN) berhasil dikembangkan untuk mendukung proses registrasi pengguna, pengambilan citra wajah, identifikasi pengguna, pencatatan kehadiran, serta pengelolaan data presensi. Hasil *Black Box Testing* terhadap lima skenario pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem dapat berjalan sesuai dengan

rancangan, dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%.

Pengujian kemampuan pengenalan wajah dilakukan sebanyak 200 percobaan. Dari keseluruhan pengujian tersebut, sebanyak 185 percobaan berhasil dikenali dan 15 percobaan mengalami kegagalan, sehingga diperoleh tingkat keberhasilan pengenalan wajah sebesar 92,5%. Pengujian berdasarkan variasi jarak dan intensitas pencahayaan menunjukkan hasil tertinggi sebesar 98% pada jarak 1,0 meter dengan kondisi pencahayaan normal, sedangkan hasil terendah sebesar 84% diperoleh pada jarak 2,0 meter dengan pencahayaan normal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi pengambilan citra, khususnya jarak wajah terhadap kamera dan intensitas pencahayaan, menjadi faktor yang perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi keberhasilan proses identifikasi wajah.

Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi teknologi *face recognition* berbasis CNN ke dalam sistem presensi karyawan berbasis web yang menghubungkan data pengguna, registrasi wajah, proses identifikasi melalui kamera, pencatatan kehadiran, dan pengelolaan laporan presensi dalam satu sistem. Penelitian ini juga memberikan evaluasi kuantitatif terhadap kemampuan pengenalan wajah melalui variasi jarak dan kondisi pencahayaan. Dengan demikian, kontribusi penelitian lebih diarahkan pada penerapan dan integrasi teknologi *face recognition* dalam sistem presensi serta evaluasi kondisi operasionalnya, bukan pada pengembangan arsitektur CNN baru maupun perbandingan performa antaralgoritma.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, sistem dapat dilengkapi dengan mekanisme *liveness detection* atau *anti-spoofing* untuk meningkatkan keamanan proses autentikasi wajah. *Robustness* sistem juga perlu ditingkatkan melalui pengujian terhadap variasi pose, sudut wajah, jarak, intensitas pencahayaan, dan kondisi lingkungan yang lebih beragam. Selain itu, evaluasi performa model dapat diperluas dengan menggunakan *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *confusion matrix* apabila data aktual dan hasil prediksi setiap kelas tersedia. Pengukuran *inference time* juga diperlukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan proses pengenalan secara *real-time*. Penambahan jumlah pengguna dan variasi citra wajah pada dataset juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi model pada kondisi penggunaan yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Dewi and F. Ismawan, "Implementasi Deep Learning Menggunakan CNN untuk Sistem Pengenalan Wajah," *Faktor Exacta*, vol. 14, no. 1, pp. 34–43, 2021, doi: 10.30998/faktorexacta.v14i1.8989
- [2] A. R. Irawati, D. Kurniawan, Y. T. Utami, and R. Taufik, "An Exploration of TensorFlow-Enabled Convolutional Neural Network Model Development for Facial Recognition: Advancements in Student Attendance System," *Scientific Journal of Informatics*, vol. 11, no. 2, pp. 413–428, 2024, doi: 10.15294/sji.v11i2.3585.
- [3] M. A. Rochmanullah, N. Vendyansyah, and F. S. Wahyuni, "Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) untuk Face Recognition pada Sistem Presensi Kehadiran," *IJAI (Indonesian Journal of Applied Informatics)*, vol. 9, no. 2, pp. 332–341, 2025, doi: 10.20961/ijai.v9i2.95563.
- [4] R. Afianto, E. D. Astuti, A. A. Kamal, and N. P. L. Santoso, "Reliability Assessment of Attendance Systems Based on Face Recognition Under Varying Lighting Conditions," *International Transactions on Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 1, pp. 25–36, 2025, doi: 10.33050/italic.v4i1.924.
- [5] R. Novita and F. R. Hardi, "Sistem Informasi Presensi Karyawan," *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 230–235, 2019, doi: 10.24014/rmsi.v5i2.8241.
- [6] N. Jaini, E. Asri, and F. Nova, "Sistem Manajemen Kehadiran Menggunakan Metode Face Recognition Berbasis Web," *JITSi: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 48–55, 2021, doi: 10.62527/jitsi.2.2.39.
- [7] Efanntyo and A. R. Mitra, "Perancangan Aplikasi Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Pencatatan Kehadiran Karyawan," *Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Informatika (JITI)*, vol. 3, no. 1, 2021.
- [8] I. Maulana, N. Khairunisa, and R. Mufidah, "Deteksi Bentuk Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 6, pp. 3348–3355, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i6.8171.
- [9] S. Satwikayana, S. A. Wibowo, and N. Vendyansyah, "Sistem Presensi Mahasiswa Otomatis pada Zoom Meeting Menggunakan Face Recognition dengan Metode Convolutional Neural Network Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 785–793, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3762.
- [10] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Ekspresi Wajah Manusia," *Jurnal ALGOR*, vol. 2, no. 1, pp. 12–21, 2020.
- [11] B. A. Wisesa, V. M. Putri, E. Faristasari, S. A. J. Duli, and S. Agustin, "Preventive

- Attendance Record using Photo from Mobile Phone and Printed Paper using CNN,” J-INTECH: Journal of Information and Technology*, vol. 13, no. 1, pp. 117–127, 2025, doi: 10.32664/j-intech.v13i01.1927.
- [12] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, “Implementasi *Deep Learning* Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) pada Ekspresi Wajah Manusia,” *Jurnal ALGOR*, vol. 2, no. 1, pp. 12–21, 2020.
- [13] J. Nurhakiki and Yahfizham, “Studi Kepustakaan: Pengenalan 4 Algoritma pada Pembelajaran *Deep Learning* Beserta Implikasinya,” *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, vol. 2, no. 1, pp. 270–281, 2024.
- [14] M. D. Riski, “Rancang Alat Lampu Otomatis di *Cargo Compartment* Pesawat Berbasis Arduino Menggunakan *Push Button Switch* sebagai Pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya,” *SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2019.
- [15] M. E. Riyandi and Subiyanto, “Sistem Keamanan untuk Otorisasi pada Smart Home Menggunakan Pengenalan Wajah dengan *Library OpenCV*,” *Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan*, vol. 5, no. 2, pp. 69–76, 2022.
- [16] A. Roihan, N. Rahayu, and D. S. Aji, “Perancangan Sistem Kehadiran *Face recognition* Menggunakan Mikrokomputer Berbasis *Internet of Things*,” *Technomedia Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 155–166, 2021.
- [17] S. Satwikayana, S. A. Wibowo, and N. Vendyansyah, “Sistem Presensi Mahasiswa Otomatis pada Zoom Meeting Menggunakan *Face recognition* dengan Metode *Convolutional Neural Network* Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 785–793, 2021.
- [18] Sugeng and A. Mulyana, “Sistem Absensi Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Pustaka Dlib dan Metoda K-NN pada Jaringan LAN,” *Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 11, no. 1, pp. 127–135, 2022.