RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* KEHADIRAN PEGAWAI SELAMA SESI KERJA MENGGUNAKAN METODE *FACENET*

Alex Sandro Dabukke[1], Sharfina Faza[2], Wiwin Sry Adinda Banjarnahor[3]

[1,2,3]*Politeknik Negeri Medan*
E-mail : alexsidabukke123@gmail.com

ABSTRACT

Attendance recording at the beginning of working hours does not necessarily ensure that employees remain present throughout the work session. This study aims to develop a web-based employee attendance monitoring system using FaceNet. The system was developed using the Waterfall model and utilized a reference dataset comprising 150 facial images from six employees. MTCNN was employed for face detection, while a pre-trained FaceNet model was used to generate facial embeddings for identity matching. During the monitoring process, images were periodically captured using a webcam, and the system generated three monitoring statuses: Present, Not Detected, and Face Mismatch. Evaluation using 90 test samples demonstrated an accuracy of 94.44%, with a macro-average precision of 95.24%, recall of 94.44%, and F1-score of 94.41%. Black Box testing further showed that all 37 functional scenarios operated as expected. The developed system demonstrates its potential to support continuous monitoring of employee attendance and identity consistency throughout work sessions, although recognition errors were still observed in five test samples classified as Present.

Keywords : *Attendance Monitoring, Facenet, Facial Recognition, Web-Based System.*

ABSTRAK

Pencatatan kehadiran pada awal jam kerja belum dapat memastikan keberadaan pegawai selama sesi kerja berlangsung. Penelitian ini bertujuan membangun sistem monitoring kehadiran pegawai berbasis web menggunakan FaceNet. Pengembangan sistem menggunakan model Waterfall dengan data referensi sebanyak 150 citra wajah dari enam pegawai. Sistem memanfaatkan MTCNN untuk mendeteksi wajah dan FaceNet pralatih untuk menghasilkan embedding sebagai dasar pencocokan identitas. Monitoring dilakukan melalui pengambilan citra webcam secara berkala dengan keluaran status Hadir, Tidak Terdeteksi, dan Wajah Tidak Sesuai. Evaluasi terhadap 90 data uji menghasilkan akurasi sebesar 94,44%, rata-rata makro precision 95,24%, recall 94,44%, dan F1-score 94,41%. Pengujian Black Box menunjukkan seluruh 37 skenario fungsional berjalan sesuai harapan. Sistem yang dibangun dapat mendukung pemantauan kehadiran dan kesesuaian identitas pegawai selama sesi kerja, meskipun masih ditemukan kesalahan pengenalan pada lima data dengan kondisi Hadir.

Kata Kunci : *Monitoring Kehadiran, Facenet, Pengenalan Wajah, Sistem Berbasis Web.*

PENDAHULUAN

Kehadiran pegawai merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung disiplin, efektivitas kerja, dan pengawasan aktivitas pada suatu instansi atau perusahaan. Kehadiran tidak hanya berkaitan dengan pencatatan waktu masuk, tetapi juga berkaitan dengan keberadaan pegawai selama sesi kerja berlangsung. Dalam praktiknya, pencatatan kehadiran yang hanya dilakukan pada awal jam kerja belum sepenuhnya mampu memberikan informasi mengenai keberadaan pegawai selama proses kerja berlangsung. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme yang tidak hanya berfungsi sebagai sarana absensi, tetapi juga mampu membantu proses monitoring kehadiran pegawai selama sesi kerja. Sistem absensi berbasis pengenalan wajah diketahui dapat membantu meningkatkan akurasi pencatatan, mengurangi kesalahan, dan meminimalkan absensi palsu dibandingkan metode konvensional (Khair et al., 2024; Sugeng & Mulyana, 2022).

Pada mitra penelitian, proses kehadiran pegawai belum didukung oleh sistem yang dapat memantau keberadaan pegawai secara langsung selama sesi kerja berlangsung. Mitra masih mengalami kesulitan dalam memastikan bahwa pegawai yang sedang menjalankan sesi kerja merupakan pegawai yang sesuai dengan data terdaftar. Selain itu, belum tersedia mekanisme yang dapat menampilkan status kehadiran pegawai secara langsung selama sesi kerja aktif. Kondisi ini menyebabkan proses pengawasan kehadiran masih sulit dilakukan secara efektif, karena pencatatan kehadiran saja belum cukup untuk memberikan informasi mengenai keberadaan pegawai selama bekerja. Permasalahan tersebut menjadi dasar perlunya pembangunan sistem monitoring kehadiran pegawai selama sesi kerja.

Salah satu pendekatan yang relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah teknologi biometrik berbasis wajah melalui face recognition. Teknologi ini memungkinkan identitas pengguna diverifikasi berdasarkan karakteristik wajah yang unik. Perkembangan face recognition berbasis deep learning juga menunjukkan peningkatan efisiensi dan akurasi identifikasi wajah pada berbagai bidang aplikasi (Dakhil & Abdulazeez, 2023). Salah satu model yang banyak digunakan pada proses pengenalan identitas wajah adalah FaceNet. Pada sistem absensi berbasis face recognition, FaceNet telah digunakan bersama metode face detection untuk menggantikan absensi manual yang dinilai kurang efisien, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan pencatatan (Khair et al., 2024). Selain itu, FaceNet juga telah digunakan pada sistem kehadiran pegawai untuk membantu mengatasi penggunaan metode manual atau aplikasi yang belum memiliki validasi identitas secara memadai (Syarif & Gunawan, 2025).

Penelitian-penelitian terdahulu tersebut menunjukkan bahwa face recognition dapat digunakan untuk mendukung proses absensi dan pencatatan kehadiran. Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih berfokus pada proses absensi atau pencatatan kehadiran, belum secara khusus menekankan pemantauan kehadiran pegawai selama sesi kerja berlangsung secara berkelanjutan. Berdasarkan kondisi mitra dan celah pada penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini mengusulkan rancang bangun sistem monitoring kehadiran pegawai selama sesi kerja berbasis web dengan memanfaatkan metode face recognition menggunakan FaceNet. Sistem dirancang bekerja ketika sesi kerja aktif dengan memanfaatkan webcam untuk mengambil frame citra wajah secara berkala, kemudian melakukan face detection dan face recognition untuk membantu memastikan kesesuaian identitas pegawai dengan data yang terdaftar. Dengan demikian, sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu proses pengawasan kehadiran pegawai secara lebih terstruktur selama sesi kerja berlangsung.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan rancang bangun sistem untuk mengembangkan sistem monitoring kehadiran pegawai berbasis web menggunakan metode FaceNet. Pengembangan sistem menerapkan model Software Development Life Cycle (SDLC) dengan metode Waterfall yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, wawancara, observasi, serta pengumpulan data citra wajah pegawai. Dataset yang digunakan terdiri atas 150 citra wajah dari enam pegawai yang berfungsi sebagai data referensi dalam proses pengenalan identitas.

Sistem menerapkan MTCNN untuk mendeteksi wajah, kemudian model FaceNet pralatih digunakan untuk menghasilkan embedding wajah. Pencocokan identitas dilakukan dengan menghitung Euclidean distance antara wajah yang ditangkap melalui webcam dan data referensi, kemudian membandingkannya dengan nilai threshold untuk menentukan status monitoring, yaitu Hadir, Tidak Terdeteksi, dan Wajah Tidak Sesuai. Pengujian dilakukan melalui evaluasi face recognition menggunakan 90 data uji dengan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score, serta pengujian fungsional menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan seluruh fitur sistem berjalan sesuai kebutuhan. Berdasarkan konsep tersebut, pengembangan sistem pada penelitian ini dilakukan melalui tahapan yang terstruktur agar proses analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis hasil dapat dilakukan secara sistematis(Astesiano & Ghezzi, 2021) .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Data wajah yang digunakan dalam penelitian ini tidak digunakan untuk melakukan pelatihan model FaceNet dari awal. Model FaceNet yang digunakan merupakan *pre-trained model*, sedangkan data wajah pegawai digunakan sebagai data referensi untuk menghasilkan *embedding* wajah. *Embedding* tersebut kemudian disimpan ke dalam basis data dan digunakan sebagai pembanding terhadap wajah pegawai yang terdeteksi melalui *webcam* selama sesi kerja berlangsung. Setiap data wajah disusun berdasarkan lima variasi pose utama, yaitu depan, kanan, kiri, bawah, dan atas. Pose depan diambil pada sudut 0°, sedangkan pose kanan, kiri, bawah, dan atas masing-masing diambil pada sudut 5°, 10°, 15°, 20°, dan 25°. Variasi sudut pose tersebut digunakan agar proses pembentukan embedding wajah memiliki data referensi yang lebih representatif. Data wajah yang telah dimasukkan ke dalam sistem kemudian diproses melalui fitur generate embedding untuk menghasilkan representasi numerik wajah yang akan digunakan pada tahap pencocokan identitas.

Analisis Metode FaceNet

Analisis metode FaceNet dilakukan untuk menjelaskan tahapan kerja metode yang digunakan dalam sistem *monitoring* kehadiran pegawai selama sesi kerja. Secara umum, tahapan metode FaceNet pada sistem ini terdiri dari persiapan model *face recognition*, proses *generate embedding* wajah, proses pencocokan identitas wajah, dan penentuan status *monitoring* kehadiran.

Persiapan model *face recognition* dilakukan pada layanan Python yang berjalan menggunakan Flask. Pada layanan ini, sistem menggunakan MTCNN untuk melakukan *face*

detection dan FaceNet untuk menghasilkan *embedding* wajah. Model yang digunakan merupakan *pre-trained model*, sehingga sistem tidak melakukan pelatihan model dari awal. Cuplikan *script* persiapan model FaceNet dapat dilihat pada Gambar 1.

```python
from facenet_pytorch import MTCNN, InceptionResnetV1

device = torch.device("cuda:0" if torch.cuda.is_available() else "cpu")

mtcnn = MTCNN(
    image_size=160,
    margin=20,
    min_face_size=40,
    keep_all=False,
    device=device
)

model = InceptionResnetV1(pretrained="vggface2").eval().to(device)
```

Gambar 1. Cuplikan *Script* Persiapan Model FaceNet

Selanjutnya proses *generate embedding* wajah, proses *generate embedding* dilakukan terhadap citra wajah referensi pegawai yang telah tersimpan pada sistem. Citra wajah tersebut diproses terlebih dahulu untuk mendeteksi keberadaan wajah. Apabila wajah berhasil terdeteksi, sistem akan menghasilkan *embedding* wajah menggunakan model FaceNet. Cuplikan *script* proses *generate embedding* wajah dapat dilihat pada Gambar 2.

```python
def get_face_embedding(image: Image.Image):
    face = mtcnn(image)

    if face is None:
        return None

    face = face.unsqueeze(0).to(device)

    with torch.no_grad():
        embedding = model(face)

    embedding = embedding.cpu().numpy()[0]
    embedding = embedding / np.linalg.norm(embedding)

    return embedding
```

Gambar 2. Cuplikan *Script Generate Embedding* Wajah

Tahap ketiga yaitu proses pencocokan identitas wajah Proses pencocokan identitas wajah dilakukan ketika sistem menerima *frame* wajah dari *webcam* pegawai selama sesi kerja berlangsung. *Frame* tersebut dikirim ke layanan Python untuk diproses menjadi *embedding* wajah uji. Selanjutnya, *embedding* wajah uji dibandingkan dengan *embedding* referensi pegawai yang tersimpan di basis data. Cuplikan *script* proses pencocokan identitas wajah dapat dilihat pada Gambar 3.

```
try:
    image = load_image_from_base64(frame)
    frame_embedding = get_face_embedding(image)

    if frame_embedding is None:
        return jsonify({
            "status": "tidak_terdeteksi",
            "similarity_score": None,
            "distance_score": None,
            "message": "Wajah tidak terdeteksi pada frame webcam."
        })

    conn = get_connection()
    cursor = conn.cursor(dictionary=True)

    cursor.execute("""
        SELECT id, embedding
        FROM face_references
        WHERE employee_id = %s
          AND is_active = 1
          AND embedding IS NOT NULL
    """, (employee_id,))

    references = cursor.fetchall()
```

Gambar 3. Cuplikan *Script* Pencocokan Identitas Wajah

Berdasarkan Gambar 3., sistem mengambil *embedding* referensi milik pegawai yang sedang menjalankan sesi kerja. Selanjutnya, sistem menghitung nilai *distance* antara *embedding* wajah uji dan *embedding* referensi. Nilai *distance* terkecil digunakan sebagai hasil pencocokan terbaik. Cuplikan *script* penentuan status berdasarkan nilai *distance* dan *threshold* dapat dilihat pada Gambar 4.

```
    best_distance = None
    best_reference_id = None

    for ref in references:
        ref_embedding = json_to_embedding(ref["embedding"])
        distance = calculate_distance(frame_embedding, ref_embedding)

        if best_distance is None or distance < best_distance:
            best_distance = distance
            best_reference_id = ref["id"]

    threshold = float(os.getenv("FACE_DISTANCE_THRESHOLD", "0.90"))

    if best_distance <= threshold:
        status = "hadir"
        message = f"Wajah sesuai dengan referensi pegawai. Reference ID: {best_reference_id}"
    else:
        status = "wajah_tidak_sesuai"
        message = f"Wajah terdeteksi tetapi tidak sesuai. Reference ID terdekat: {best_reference_id}"

    similarity_score = max(0.0, 1.0 - best_distance)

    return jsonify({
        "status": status,
        "similarity_score": round(similarity_score, 4),
        "distance_score": round(best_distance, 4),
        "message": message
    })
```

Gambar 4. Cuplikan *Script* Penentuan Status *Monitoring*

Berdasarkan Gambar 4, apabila nilai *distance* lebih kecil atau sama dengan nilai *threshold*, maka sistem menghasilkan status Hadir. Sebaliknya, apabila nilai *distance* lebih besar dari nilai *threshold*, maka sistem menghasilkan status Wajah Tidak Sesuai. Jika wajah tidak terdeteksi pada *frame webcam*, maka sistem menghasilkan status Tidak Terdeteksi.

Ilustrasi Perhitungan *Distance* dan *Threshold*

Pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan manual terhadap seluruh arsitektur FaceNet karena model yang digunakan merupakan *pre-trained model* dan memiliki struktur jaringan yang kompleks. Oleh karena itu, perhitungan manual difokuskan pada proses pencocokan *embedding* wajah menggunakan nilai *distance* dan *threshold*.

Sebagai ilustrasi, misalkan terdapat *embedding* wajah referensi pegawai dan *embedding* wajah uji sebagai berikut:

Komponen	Nilai *Embedding*
Embedding referensi	[0,12, -0,31, 0,44, 0,08]
Embedding wajah uji	[0,10, -0,30, 0,41, 0,11]

Nilai *distance* dapat dihitung dengan membandingkan setiap nilai pada *embedding* referensi dan *embedding* wajah uji. Perhitungan dilakukan menggunakan jarak Euclidean sebagai berikut:

$d = \sqrt{((0,12 - 0,10)^2 + (-0,31 - (-0,30))^2 + (0,44 - 0,41)^2 + (0,08 - 0,11)^2)}$

$d = \sqrt{((0,02)^2 + (-0,01)^2 + (0,03)^2 + (-0,03)^2)}$

$d = \sqrt{(0,0004 + 0,0001 + 0,0009 + 0,0009)}$

$d = \sqrt{0,0023}$

$d = 0,0479$

Berdasarkan ilustrasi tersebut, nilai *distance* yang diperoleh adalah 0,0479. Jika nilai *threshold* yang digunakan adalah 0,90, maka nilai *distance* tersebut lebih kecil dari *threshold*. Dengan demikian, wajah uji dianggap sesuai dengan wajah referensi, sehingga sistem menghasilkan status hadir.

Tabel 1. Aturan Keputusan Berdasarkan Nilai *Distance* dan *Threshold*

No	Kondisi	Keputusan
1	*Distance* ≤ *threshold*	Wajah dianggap sesuai
2	*Distance* > *threshold*	Wajah dianggap tidak sesuai
3	Wajah tidak terdeteksi	Tidak Terdeteksi

Penentuan Status *Monitoring* Kehadiran

Penentuan status *monitoring* kehadiran dilakukan berdasarkan hasil pendeteksian wajah dan pencocokan identitas wajah. Status yang digunakan pada sistem terdiri dari tiga kategori, yaitu Hadir, Tidak Terdeteksi, dan Wajah Tidak Sesuai.

Status Hadir diberikan apabila wajah berhasil terdeteksi dan hasil pencocokan menunjukkan bahwa wajah tersebut sesuai dengan data referensi pegawai yang sedang menjalankan sesi kerja. Status Tidak Terdeteksi diberikan apabila sistem tidak menemukan wajah pada citra yang diambil melalui *webcam*. Status Wajah Tidak Sesuai diberikan apabila wajah berhasil terdeteksi, tetapi hasil pencocokan menunjukkan bahwa wajah tersebut tidak sesuai dengan data referensi pegawai.

Adapun aturan penentuan status *monitoring* kehadiran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aturan Penentuan Status *Monitoring* Kehadiran

No	Kondisi	Status Sistem	Keterangan
1	Wajah terdeteksi dan nilai *distance* sesuai *threshold*	Hadir	Wajah dianggap sesuai dengan pegawai yang sedang menjalankan sesi kerja

2	Tidak terdapat wajah pada citra	Tidak Terdeteksi	Pegawai tidak terdeteksi berada di depan *webcam*
3	Wajah terdeteksi tetapi nilai *distance* melebihi *threshold*	Wajah Tidak Sesuai	Wajah yang terdeteksi tidak sesuai dengan data referensi pegawai

Berdasarkan Tabel 2 sistem menentukan status *monitoring* kehadiran berdasarkan dua proses utama, yaitu pendeteksian wajah dan pencocokan identitas wajah. Pendeteksian wajah digunakan untuk memastikan apakah terdapat wajah pada citra, sedangkan pencocokan identitas wajah digunakan untuk memastikan apakah wajah yang terdeteksi sesuai dengan data pegawai yang sedang aktif pada sesi kerja. Hasil dari proses tersebut kemudian disimpan ke dalam log *monitoring* dan dapat dilihat oleh *supervisor/admin* melalui sistem.

Hasil Implementasi

Sistem berhasil diimplementasikan sebagai aplikasi web dengan antarmuka terpisah untuk pegawai dan supervisor/admin. Sisi pegawai mencakup login, dashboard, halaman monitoring yang menampilkan status Hadir, Tidak Terdeteksi, atau Wajah Tidak Sesuai, halaman status kehadiran, dan pengakhiran sesi. Sisi supervisor mencakup dashboard ringkasan, log monitoring dengan filter pegawai, status, dan tanggal, pengelolaan data wajah beserta proses generate embedding, serta pemantauan layar pegawai aktif.

Kinerja Pengenalan Wajah

Hasil pengujian pada 90 data uji dirangkum dalam confusion matrix pada Tabel 3.

Tabel 3. Confusion matrix (baris: ground truth; kolom: prediksi sistem)

Ground truth \ Prediksi	Hadir	Tidak Terdeteksi	Wajah Tidak Sesuai	Total
Hadir	25	0	5	30
Tidak Terdeteksi	0	30	0	30
Wajah Tidak Sesuai	0	0	30	30
Total	**25**	**30**	**35**	**90**

Sebanyak 85 dari 90 data diprediksi benar, sehingga akurasi sebesar 85/90 = 94,44%. Metrik per kelas ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Metrik evaluasi per kelas

Kelas	TP	FP	FN	Precision	Recall	F1-score
Hadir	25	0	5	100%	83,33%	90,91%
Tidak Terdeteksi	30	0	0	100%	100%	100%
Wajah Tidak Sesuai	30	5	0	85,71%	100%	92,31%
Rata-rata makro				**95,24%**	**94,44%**	**94,41%**

Seluruh kesalahan terjadi pada satu arah: pegawai sah yang ditolak sebagai Wajah Tidak Sesuai (false rejection). Tidak ada wajah subjek lain yang diterima sebagai Hadir (30 dari 30 terdeteksi sebagai tidak sesuai), dan tidak ada kesalahan pada kondisi tanpa wajah. Ukuran sampel kecil sehingga ketidakpastian perlu diperhatikan. Dengan interval kepercayaan Wilson 95%, akurasi 94,44% berada pada kisaran 87,6–97,6%, dan recall kelas Hadir 83,33% (25 dari 30) berada pada kisaran 66,4–92,7%.

Analisis Nilai Jarak

Untuk memahami kesalahan, nilai d pada 30 data skenario Hadir dianalisis. 25 data yang benar memiliki d rata-rata 0,628 (median 0,651; simpangan baku 0,154; maksimum 0,899). Lima data yang salah memiliki d 0,9637; 1,0015; 1,0086; 1,0199; dan 1,5294. Dengan demikian empat dari lima kesalahan hanya sedikit melampaui ambang 0,90 (selisih 0,06–0,12), sedangkan satu

data merupakan pencilan jauh. Di sisi lain, dua data yang benar berada tepat di bawah ambang (0,8833 dan 0,8992), sehingga margin keputusan pada sebagian frame sangat tipis. Kesalahan tidak tersebar merata antarpegawai

Tabel 5. Nilai jarak skenario Hadir per pegawai (5 data per pegawai)

Pegawai	Rata-rata d	Jumlah salah
1	0,889	2
2	0,753	1
3	0,650	0
4	0,573	1
5	0,551	0
6	0,827	1

Pegawai 1 memiliki rata-rata jarak tertinggi dan kesalahan terbanyak, sedangkan Pegawai 3 dan 5 tidak mengalami kesalahan. Rata-rata Pegawai 6 terdongkrak oleh satu pencilan (1,5294); empat data lainnya berada pada 0,63–0,67. Pola ini menunjukkan bahwa kesalahan lebih bersifat insidental per frame, bukan kegagalan sistematis terhadap satu pegawai tertentu, meskipun kualitas referensi tiap pegawai dapat berbeda.

Penyebab kesalahan diduga terkait kualitas citra saat frame diambil, seperti pencahayaan, fokus kamera, posisi wajah, dan wajah yang tertutup sebagian. Dugaan ini belum diverifikasi karena kondisi tiap frame tidak dicatat secara terstruktur pada pengujian; verifikasi memerlukan anotasi kondisi citra atau eksperimen terkontrol.

Pengujian Fungsional

Seluruh 37 skenario black box menghasilkan keluaran yang sesuai dengan hasil yang diharapkan, termasuk skenario penolakan seperti login salah, akses pegawai ke halaman supervisor, pembuatan sesi ganda, penolakan izin kamera atau bagikan layar, unggah berkas wajah dengan format tidak sesuai, dan generate embedding saat data wajah belum tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa alur utama dan penanganan kondisi pengecualian pada kedua peran pengguna berjalan sesuai rancangan.

Pembahasan

Hasil menunjukkan bahwa pipeline MTCNN–FaceNet pralatih dengan embedding referensi dari enam pegawai cukup untuk membedakan pegawai sah dari subjek lain pada skenario yang diuji, tanpa pelatihan ulang model. Hal ini sejalan dengan pemanfaatan FaceNet pada sistem kehadiran yang dilaporkan sebelumnya (Ilham et al., 2025; Santosa & The, 2023; Syarif & Gunawan, 2025). Perbedaan penelitian ini terletak pada tujuan penggunaannya: verifikasi dilakukan berulang selama sesi kerja sehingga satu frame yang keliru tidak berarti pelanggaran, tetapi dapat tercatat sebagai status Wajah Tidak Sesuai. Dalam konteks ini jenis kesalahan lebih penting daripada akurasi agregat. Penolakan keliru pegawai sah menimbulkan alarm palsu bagi supervisor, sedangkan penerimaan keliru pihak lain menghilangkan fungsi verifikasi. Pada pengujian ini terjadi lima penolakan keliru dan nol penerimaan keliru, yang searah dengan kecenderungan konservatif pada ambang 0,90.

Menaikkan ambang berpotensi mengurangi penolakan keliru karena empat dari lima kesalahan hanya sedikit di atas 0,90, tetapi hal ini akan meningkatkan risiko menerima wajah subjek lain. Data yang tersedia tidak memuat distribusi jarak untuk skenario wajah tidak sesuai, sehingga arah dan besar perubahan ambang belum dapat ditentukan secara bertanggung jawab. Penyetelan ambang yang layak memerlukan kurva ROC atau analisis FAR–FRR pada pasangan

wajah sah dan tidak sah yang lebih banyak. Karena pemantauan berulang menghasilkan banyak frame per sesi, agregasi temporal (misalnya menandai ketidaksesuaian hanya bila terjadi pada beberapa frame berturut-turut) merupakan opsi lain untuk menekan alarm palsu tanpa mengubah ambang.

Dari sisi privasi, wajah merupakan data biometrik yang tergolong data pribadi bersifat spesifik menurut Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi. Penerapan sistem ini membutuhkan persetujuan pegawai, tujuan pemrosesan yang jelas, dan pembatasan akses. Sistem sudah membatasi monitoring pada sesi yang dimulai pegawai dan pada izin kamera serta bagikan layar dari browser, dan tidak menganalisis isi layar. Namun kebijakan retensi citra dan embedding perlu ditetapkan oleh organisasi pengguna.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring kehadiran pegawai selama sesi kerja berbasis web yang memverifikasi identitas secara berkala menggunakan MTCNN dan FaceNet pralatih dengan keluaran status Hadir, Tidak Terdeteksi, dan Wajah Tidak Sesuai. Evaluasi pada 90 data uji menghasilkan akurasi 94,44%, dengan rata-rata makro precision 95,24%, recall 94,44%, dan F1-score 94,41%. Seluruh lima kesalahan berupa penolakan keliru pegawai sah, empat di antaranya dengan jarak mendekati ambang 0,90, sedangkan seluruh wajah subjek lain dan seluruh kondisi tanpa wajah dikenali dengan benar. Pengujian black box menunjukkan 37 skenario fungsional berjalan sesuai harapan.

Pengembangan berikutnya disarankan mencakup: (1) penambahan anti-spoofing atau liveness detection, (2) validasi kualitas citra sebelum pengenalan, (3) penyetelan ambang berbasis ROC atau FAR–FRR dengan data lebih banyak dan lebih beragam (pencahayaan, jarak, ekspresi, kacamata), (4) agregasi temporal antarframe untuk mengurangi alarm palsu, dan (5) rekapitulasi kehadiran serta pengaturan privasi yang lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

Astesiano, E., & Ghezzi, C. (2001). Fundamental approaches to software engineering. *Science of Computer Programming*, *40*(1), 1–2.

Dakhil, N., & Abdulazeez, A. (2023). Indonesian Journal of Computer Science. *Indonesian Journal of Computer Science*, *12*(2), 284–301. http://ijcs.stmikindonesia.ac.id/ijcs/index.php/ijcs/article/view/3135

Ferdiansyah, F., Anshor, A. H., & Widodo, E. (2024). Implementation of a web-based village information system using the Waterfall method in Hegarmukti Village. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, *4*(2), 566–575. https://doi.org/10.35870/ijsecs.v4i2.2986

Ilham, M., Mappeasse, M. Y., & Patta, A. R. (2025). Pengembangan fitur absensi pengenalan wajah menggunakan model FaceNet pada aplikasi buku tamu desa. *SCIENTIST: Journal of Security, Computer, Information, Embedded, Network, and Intelligence System*, *3*(1), 8–22. https://doi.org/10.61220/scientist.v3i1.20252

Khair, M. A., Aldiyuda, P., Enjelina P, N., Zukhrufa, M. Z., & Adrezo, M. (2024). Perancangan sistem absensi mahasiswa berbasis face recognition di lingkungan UPN Veteran Jakarta. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, *20*(1), 35–42. https://doi.org/10.52958/iftk.v20i1.6696

Mahendra, G. S., & Asmarajaya, I. K. A. (2022). Evaluation using black box testing and System Usability Scale in the Kidung Sekar Madya application. *Sinkron*, *7*(4), 2292–2302. https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i4.11755

Muhammad Jibril, Zulrahmadi, & Amin, M. (2024). Pengujian sistem informasi e-modul pada SMPN 1 Tempuling menggunakan black box testing. *Jurnal Perangkat Lunak*, *6*(2), 327–332. https://doi.org/10.32520/jupel.v6i2.3326

Robin, R., Hermanto, F., & Chandra, W. (2023). Face recognition implementation as an attendance feature on web-based video conference application. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, *3*(2), 282–289. https://doi.org/10.47709/brilliance.v3i2.3216

Santosa, Y. P., & The, V. (2023). Implementation of face recognition attendance system for PT. Sumber Kurnia Alam with MTCNN and FaceNet algorithm. *Proxies: Jurnal Informatika*, *6*(2), 184–191.

Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 815–823. https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298682

Sugeng, S., & Mulyana, A. (2022). Sistem absensi pengenalan wajah dengan menggunakan pustaka Dlib dan metoda K-NN pada jaringan LAN. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, *11*(1), 127–135.

Syarif, M. A., & Gunawan, W. (2025). Attendance system leveraging Haar Cascade detection and CNN-based FaceNet recognition technology. *International Journal on Informatics Visualization*, *9*(2), 708–717. https://doi.org/10.62527/joiv.9.2.2796

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi.

Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z., & Qiao, Y. (2016). Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks. *IEEE Signal Processing Letters*, *23*(10), 1499–1503. https://doi.org/10.1109/LSP.2016.2603342

Zhang, Z., Chao, Q., Wang, S., & Yu, T. (2024). A lightweight face detector via bi-stream convolutional neural network and vision transformer. *Information*, *15*(5), 290. https://doi.org/10.3390/info15050290