

Analisis Kinerja Sistem Pencatatan Kehadiran Pengunjung Perpustakaan Secara Real-Time Menggunakan YOLO dan Face Recognition

¹⁾ Salamun, ²⁾ Amir Sarifudin ³⁾ Ira Puspita Sari

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Abdurrah

e-mail: *¹⁾salamun@univrab.ac.id, ²⁾jamil.reza@student.univrab.ac.id, ³⁾ira.puspitasari@univrab.ac.id

Abstract - Recording visitor attendance is one of the key activities in library management. However, the recording process—which still relies on guest books or physical identification—often presents various challenges, such as low efficiency, potential recording errors, and suboptimal management of visitor data. Advances in computer vision and artificial intelligence technologies offer the opportunity to develop a faster, more accurate, and integrated visitor attendance tracking system. This study aims to analyze the performance of a real-time library visitor attendance tracking system by utilizing the YOLOv11 algorithm for face detection and FaceNet for facial recognition. The system was developed using the Python platform for real-time detection and identification processes and is equipped with a web-based application that serves as a tool for monitoring, data management, and verification of faces that were not successfully recognized. Evaluation was based on the system's processing speed and accuracy rate. Test results show that the system is capable of performing face detection in an average of 0.16 seconds and identification in an average of 0.45 seconds. Additionally, the system achieves a 100% recognition accuracy rate, with a False Acceptance Rate (FAR) and a False Rejection Rate (FRR) of 0% each. Visitors who cannot be automatically identified are logged in the web application for verification by an administrator. Based on these evaluation results, the developed system delivers fast, accurate, and reliable performance, making it suitable for implementation as a digital solution for managing library visitor attendance.

Keywords: YOLOv11, Face Recognition, FaceNet, Face Detection, Attendance Tracking, Library, Real-Time System, Computer Vision.

Abstrak - Pencatatan kehadiran pengunjung merupakan salah satu aktivitas penting dalam pengelolaan perpustakaan. Namun, proses pencatatan yang masih mengandalkan buku tamu atau identitas fisik sering kali menimbulkan berbagai kendala, seperti rendahnya efisiensi, potensi kesalahan pencatatan, serta kurang optimalnya pengelolaan data pengunjung. Perkembangan teknologi visi komputer dan kecerdasan buatan memberikan peluang untuk menghadirkan sistem pencatatan kehadiran yang lebih cepat, akurat, dan terintegrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara real-time dengan memanfaatkan algoritma YOLOv11 sebagai metode deteksi wajah dan FaceNet sebagai metode pengenalan identitas wajah. Sistem dikembangkan menggunakan platform Python untuk proses deteksi dan identifikasi secara langsung, serta dilengkapi aplikasi berbasis web yang berfungsi sebagai media pemantauan, pengelolaan data, dan verifikasi terhadap wajah yang belum berhasil dikenali. Evaluasi dilakukan berdasarkan kecepatan pemrosesan dan tingkat akurasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan deteksi wajah dengan rata-rata waktu 0,16 detik dan proses identifikasi dalam waktu rata-rata 0,45 detik. Selain itu, sistem menghasilkan tingkat akurasi pengenalan sebesar 100%, dengan nilai False Acceptance Rate (FAR) dan False Rejection Rate (FRR) masing-masing sebesar 0%. Pengunjung yang tidak berhasil diidentifikasi secara otomatis akan dicatat pada aplikasi web untuk dilakukan proses verifikasi oleh administrator. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, sistem yang dikembangkan mampu memberikan kinerja yang cepat, akurat, dan andal sehingga layak diterapkan sebagai solusi digital dalam pengelolaan kehadiran pengunjung perpustakaan.

Kata Kunci: YOLOv11, Face Recognition, FaceNet, Deteksi Wajah, Pencatatan Kehadiran, Perpustakaan, Sistem Real-Time, Computer Vision.

I. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mendorong berbagai institusi pendidikan untuk mengadopsi teknologi informasi dalam meningkatkan kualitas layanan, termasuk pada pengelolaan perpustakaan. Salah satu aktivitas yang masih banyak dilakukan secara konvensional adalah pencatatan kehadiran pengunjung melalui buku tamu atau kartu identitas. Metode tersebut memiliki berbagai keterbatasan, seperti proses yang memerlukan waktu lebih lama, potensi kesalahan pencatatan, duplikasi data, hingga peluang terjadinya manipulasi kehadiran. Selain itu, proses rekapitulasi data secara manual juga menyulitkan pengelola perpustakaan dalam memperoleh informasi statistik pengunjung

secara cepat dan akurat [1], [2]. Perkembangan teknologi computer vision dan deep learning telah membuka peluang dalam mengembangkan sistem presensi otomatis berbasis biometrik. Dibandingkan metode autentikasi menggunakan kartu identitas, sidik jari, atau kode QR, pengenalan wajah (face recognition) menawarkan proses identifikasi yang lebih praktis karena tidak memerlukan kontak fisik maupun interaksi langsung dari pengguna. Teknologi ini mampu melakukan identifikasi individu secara otomatis melalui citra wajah yang diperoleh dari kamera sehingga sangat sesuai diterapkan pada sistem presensi real-time [3].

Salah satu tahapan penting dalam sistem pengenalan wajah adalah proses deteksi wajah. Algoritma You Only Look Once (YOLO) merupakan metode deteksi objek yang dikenal memiliki kecepatan tinggi dengan tingkat akurasi yang baik sehingga banyak digunakan pada aplikasi berbasis waktu nyata (real-time). YOLO melakukan proses deteksi hanya dalam satu tahap (single-stage detector), sehingga mampu mengurangi waktu komputasi tanpa mengurangi kualitas hasil deteksi secara signifikan [4]. Setelah wajah berhasil dideteksi, proses identifikasi dilakukan menggunakan algoritma FaceNet, yang merepresentasikan setiap wajah ke dalam vektor fitur (embedding) sehingga kemiripan antarwajah dapat dihitung menggunakan metrik jarak tertentu [5]. Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem presensi berbasis pengenalan wajah pada lingkungan pendidikan. Namun, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada implementasi sistem tanpa melakukan analisis menyeluruh terhadap performa sistem, seperti kecepatan deteksi, waktu identifikasi, tingkat akurasi, serta nilai False Acceptance Rate (FAR) dan False Rejection Rate (FRR). Padahal, parameter-parameter tersebut menjadi indikator penting dalam menentukan kelayakan penerapan sistem pada lingkungan operasional yang membutuhkan proses identifikasi secara cepat dan akurat [6].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara real-time menggunakan kombinasi algoritma YOLO dan Face Recognition. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python untuk proses deteksi dan identifikasi wajah, serta dilengkapi aplikasi berbasis web sebagai media pengelolaan data dan verifikasi wajah yang belum berhasil dikenali. Evaluasi dilakukan dengan mengukur waktu deteksi wajah, waktu identifikasi, tingkat akurasi, FAR, dan FRR sehingga dapat diketahui tingkat efektivitas sistem dalam mendukung digitalisasi layanan perpustakaan.

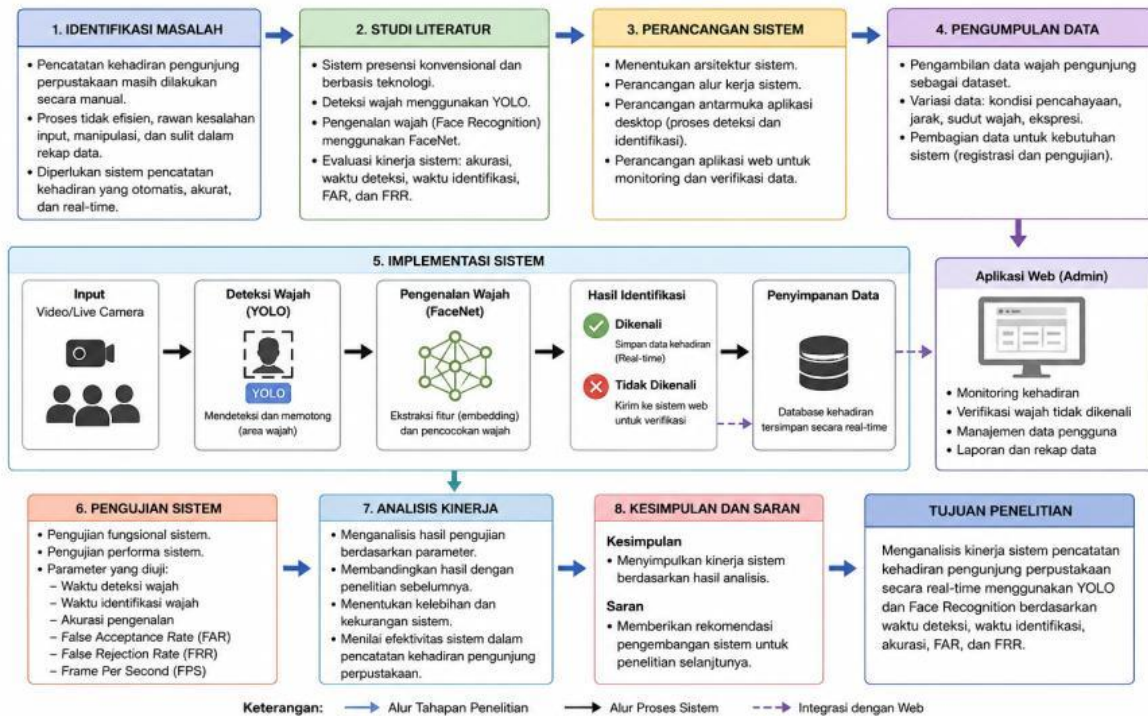
II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Perkembangan teknologi computer vision telah mendorong pemanfaatan sistem pengenalan wajah sebagai solusi otomatis untuk proses pencatatan kehadiran pada berbagai bidang, seperti pendidikan, perkantoran, maupun layanan publik. Sistem berbasis pengenalan wajah dinilai lebih efektif dibandingkan metode konvensional karena mampu mengurangi kesalahan pencatatan, mempercepat proses identifikasi, serta meminimalkan potensi manipulasi data kehadiran [7], [8]. Salah satu penelitian mengembangkan sistem pencatatan kehadiran menggunakan kombinasi YOLOv5 sebagai algoritma deteksi wajah dan ArcFace sebagai metode pengenalan wajah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kedua algoritma tersebut mampu melakukan identifikasi banyak pengguna secara bersamaan dengan tingkat akurasi yang tinggi sehingga sesuai diterapkan pada sistem presensi berbasis real-time [9].

Penelitian lain mengembangkan sistem presensi berbasis FaceNet yang dipadukan dengan Support Vector Machine (SVM) sebagai pengklasifikasi. Sistem tersebut memperoleh tingkat akurasi yang tinggi sehingga menunjukkan bahwa representasi embedding dari FaceNet mampu menghasilkan identifikasi wajah yang andal. Akan tetapi, penelitian tersebut belum mengoptimalkan proses deteksi wajah menggunakan algoritma YOLO sehingga evaluasi terhadap kecepatan deteksi secara real-time masih terbatas [10]. Penelitian terbaru mengintegrasikan YOLOv8 dan FaceNet untuk membangun sistem presensi berbasis pengenalan wajah secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi kedua algoritma mampu memberikan akurasi tinggi dan waktu pemrosesan yang cepat, sehingga layak diterapkan pada sistem presensi otomatis. Namun demikian, penelitian tersebut belum mengimplementasikan mekanisme verifikasi administrator terhadap wajah yang tidak dikenali [11].

III. METODE PENELITIAN

Kerangka kerja yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gbr 1. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka penelitian ini menggambarkan tahapan penelitian yang dilakukan dalam mengembangkan sekaligus menganalisis kinerja sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara *real-time* menggunakan algoritma YOLO dan Face Recognition. Setiap tahapan saling berhubungan sehingga menghasilkan sistem yang mampu melakukan deteksi, identifikasi, serta pencatatan kehadiran secara otomatis.

A. Identifikasi Masalah

Tahap pertama bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terdapat pada sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan. Proses pencatatan yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang efisien karena membutuhkan waktu lebih lama, berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, serta menyulitkan proses rekapitulasi data. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sistem otomatis yang mampu melakukan pencatatan kehadiran secara cepat, akurat, dan real-time.

B. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan dengan mempelajari berbagai penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem presensi berbasis pengenalan wajah, algoritma YOLO sebagai metode deteksi objek, FaceNet sebagai metode pengenalan wajah, serta parameter evaluasi yang digunakan dalam mengukur performa sistem. Hasil studi literatur menjadi dasar dalam menentukan metode yang digunakan pada penelitian.

C. Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil identifikasi masalah dan studi literatur, dilakukan perancangan arsitektur sistem. Sistem terdiri atas aplikasi desktop yang bertugas melakukan proses deteksi dan pengenalan wajah secara real-time, database sebagai media penyimpanan data kehadiran, serta aplikasi web yang digunakan administrator untuk melakukan monitoring, pengelolaan data, dan verifikasi terhadap wajah yang belum dikenali.

D. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan citra wajah pengunjung perpustakaan sebagai dataset. Proses pengambilan data dilakukan pada berbagai kondisi, seperti variasi pencahayaan, jarak kamera, sudut pengambilan gambar, dan ekspresi wajah agar model mampu mengenali wajah pada kondisi nyata. Dataset selanjutnya dibagi menjadi data registrasi dan data pengujian.

E. Implementasi Sistem

Tahap implementasi merupakan proses utama penelitian. Kamera digunakan sebagai sumber masukan (*input*) berupa video secara langsung. Setiap frame diproses menggunakan algoritma YOLO untuk mendeteksi lokasi wajah. Wajah yang berhasil dideteksi kemudian diproses menggunakan FaceNet untuk menghasilkan fitur (*face embedding*) yang selanjutnya dibandingkan dengan data wajah yang telah tersimpan pada database. Apabila identitas wajah berhasil dikenali, sistem secara otomatis mencatat data kehadiran ke dalam database. Sebaliknya, apabila wajah tidak dikenali, data tersebut dikirim ke aplikasi web sehingga administrator dapat melakukan proses verifikasi sebelum data disimpan sebagai identitas baru.

F. Pengujian Sistem

Setelah sistem berhasil diimplementasikan, dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem. Pengujian meliputi pengujian fungsionalitas serta evaluasi performa berdasarkan beberapa parameter, yaitu:

1. waktu deteksi wajah,
2. waktu identifikasi wajah,
3. akurasi pengenalan,
4. *False Acceptance Rate* (FAR),
5. *False Rejection Rate* (FRR), dan
6. *Frame Per Second* (FPS).

Parameter tersebut digunakan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan identifikasi wajah secara real-time.

G. Analisis Kinerja

Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat performa sistem. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperoleh terhadap penelitian terdahulu, mengidentifikasi kelebihan dan keterbatasan sistem, serta mengevaluasi efektivitas implementasi algoritma YOLO dan Face Recognition dalam mendukung proses pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan.

H. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir adalah penyusunan kesimpulan berdasarkan hasil analisis kinerja sistem. Kesimpulan menjelaskan tingkat keberhasilan sistem dalam memenuhi tujuan penelitian, sedangkan saran berisi rekomendasi pengembangan pada penelitian selanjutnya, seperti peningkatan akurasi pada kondisi pencahayaan ekstrem, optimalisasi kecepatan pemrosesan, maupun penerapan model deteksi dan pengenalan wajah yang lebih mutakhir.

I. Tujuan Penelitian

Berdasarkan kerangka penelitian tersebut, tujuan utama penelitian adalah menganalisis kinerja sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara *real-time* menggunakan algoritma YOLO dan Face Recognition berdasarkan parameter waktu deteksi, waktu identifikasi, tingkat akurasi, *False Acceptance Rate* (FAR), dan *False Rejection Rate* (FRR). Hasil analisis diharapkan dapat menunjukkan tingkat efektivitas sistem sebagai solusi digital untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan kehadiran pengunjung perpustakaan.

J. Dataset

Penelitian ini menggunakan data wajah pengunjung perpustakaan yang diperoleh melalui proses registrasi pada sistem. Dataset terdiri atas 10 identitas pengguna, di mana 8 identitas digunakan sebagai data yang telah terdaftar (*registered*) dan 2 identitas digunakan sebagai data yang belum terdaftar (*unregistered*) untuk menguji kemampuan sistem dalam membedakan pengguna yang dikenal dan tidak dikenal. Seluruh citra wajah diambil menggunakan kamera web dengan posisi wajah menghadap kamera pada kondisi pencahayaan normal.

K. Karakteristik Responden

Responden penelitian merupakan mahasiswa Universitas Abdurrah yang telah memberikan persetujuan untuk digunakan sebagai objek pengujian sistem. Setiap responden melakukan proses registrasi wajah sebelum pengujian dilakukan sehingga sistem dapat membangun *face embedding* sebagai data referensi pada basis data.

L. Evaluasi

1. Accuracy

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (1)$$

2. False Acceptance Rate (FAR)

$$FAR = \frac{FP}{FP + TN} \times 100\% \quad (2)$$

3. False Rejection Rate (FRR)

$$FRR = \frac{FN}{TP + FN} \times 100\% \quad (3)$$

4. Response Time (Opsional, jika ingin ditampilkan)

$$Response\ ime = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (4)$$

dengan:

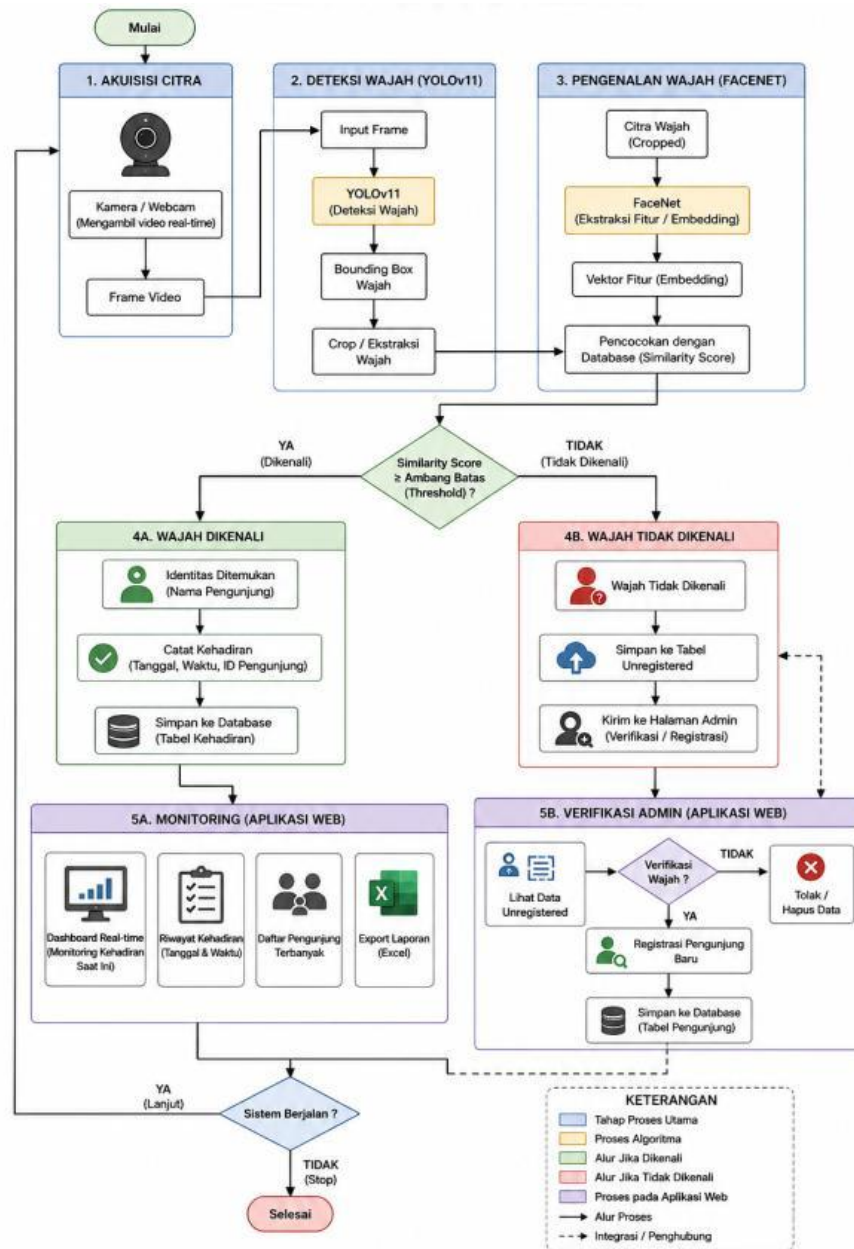
1. t_i = waktu respon pada pengujian ke-iii
2. n = jumlah pengujian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang dikembangkan terdiri atas dua komponen utama, yaitu aplikasi desktop berbasis Python dan aplikasi web. Aplikasi desktop bertugas melakukan proses deteksi wajah menggunakan YOLOv11 dan identifikasi menggunakan FaceNet secara real-time, sedangkan aplikasi web berfungsi sebagai media monitoring kehadiran, pengelolaan data pengunjung, serta verifikasi wajah yang belum terdaftar. Seluruh pengujian dilakukan di Perpustakaan Universitas Abdurrah Pekanbaru menggunakan webcam sebagai perangkat akuisisi citra. Proses identifikasi diawali dengan pengambilan citra menggunakan webcam. Selanjutnya YOLOv11 mendeteksi lokasi wajah pada setiap frame video. Wajah yang berhasil dideteksi kemudian dipotong (*cropping*) dan diproses menggunakan FaceNet untuk menghasilkan embedding vector. Vektor tersebut dibandingkan dengan data yang tersimpan pada basis data. Apabila nilai kemiripan melebihi ambang batas, identitas pengguna ditampilkan dan data kehadiran dicatat secara otomatis. Sebaliknya, apabila wajah tidak ditemukan pada basis data, sistem mengirimkan data tersebut ke halaman administrator sebagai data unregistered untuk proses verifikasi.

Flowchart pada Gambar 2 menggambarkan alur kerja sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara *real-time* yang memanfaatkan algoritma YOLOv11 sebagai detektor wajah dan FaceNet sebagai metode pengenalan wajah. Sistem dirancang untuk melakukan proses identifikasi secara otomatis mulai dari akuisisi citra hingga penyimpanan data kehadiran ke dalam basis data.

Proses dimulai ketika kamera (*webcam*) menangkap citra wajah pengunjung secara *real-time*. Setiap frame video yang diperoleh selanjutnya diproses oleh algoritma YOLOv11 untuk mendeteksi lokasi wajah pada citra. Apabila wajah berhasil dideteksi, sistem akan melakukan proses *cropping* sehingga hanya area wajah yang diproses pada tahap berikutnya.



Gbr 2. Flowchart Sistem Pencatatan Kehadiran Pengunjung Perpustakaan

Tahap selanjutnya adalah proses pengenalan wajah menggunakan FaceNet. Algoritma FaceNet melakukan ekstraksi ciri wajah (*feature extraction*) dengan mengubah citra wajah menjadi representasi numerik berupa *embedding vector*. Vektor fitur tersebut kemudian dibandingkan dengan seluruh data wajah yang telah tersimpan pada basis data menggunakan nilai *similarity score*. Nilai kemiripan tersebut digunakan untuk menentukan apakah wajah yang terdeteksi merupakan pengguna yang telah terdaftar atau belum.

Apabila nilai *similarity score* memenuhi nilai ambang batas (*threshold*), sistem menganggap identitas pengguna berhasil dikenali. Selanjutnya informasi identitas ditampilkan pada antarmuka, kemudian data kehadiran berupa identitas pengguna, tanggal, dan waktu secara otomatis disimpan ke dalam basis data kehadiran. Data tersebut juga secara langsung ditampilkan pada aplikasi web sehingga administrator dapat memantau aktivitas pengunjung secara *real-time*.

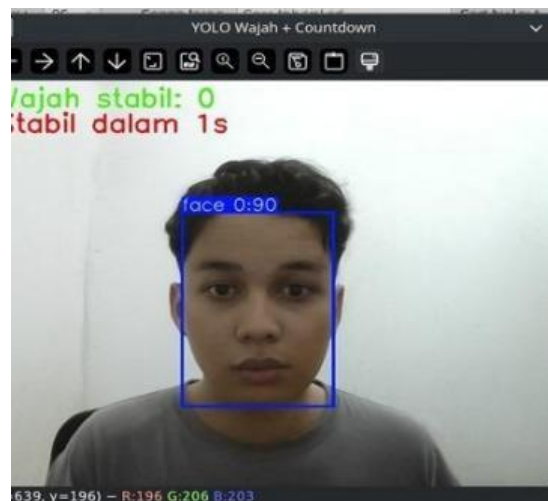
Sebaliknya, apabila nilai *similarity score* berada di bawah nilai ambang batas, sistem mengklasifikasikan wajah sebagai pengguna yang belum terdaftar. Data wajah tersebut tidak dicatat sebagai kehadiran, tetapi disimpan pada tabel *unregistered* dan dikirim ke aplikasi web untuk proses verifikasi oleh administrator. Administrator selanjutnya dapat melakukan pemeriksaan terhadap data wajah tersebut. Jika identitas pengguna berhasil diverifikasi, data pengguna baru didaftarkan ke dalam basis data sehingga dapat dikenali pada proses identifikasi berikutnya.

Namun apabila verifikasi tidak disetujui, data tersebut dapat dihapus dari sistem. Seluruh proses tersebut berlangsung secara berulang selama aplikasi dijalankan. Dengan mekanisme ini, sistem mampu melakukan deteksi wajah, pengenalan identitas, pencatatan kehadiran, serta pengelolaan pengguna baru secara otomatis dan *real-time*. Integrasi antara aplikasi desktop dan aplikasi web juga memungkinkan proses monitoring berlangsung secara langsung sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan data kehadiran pengunjung perpustakaan.



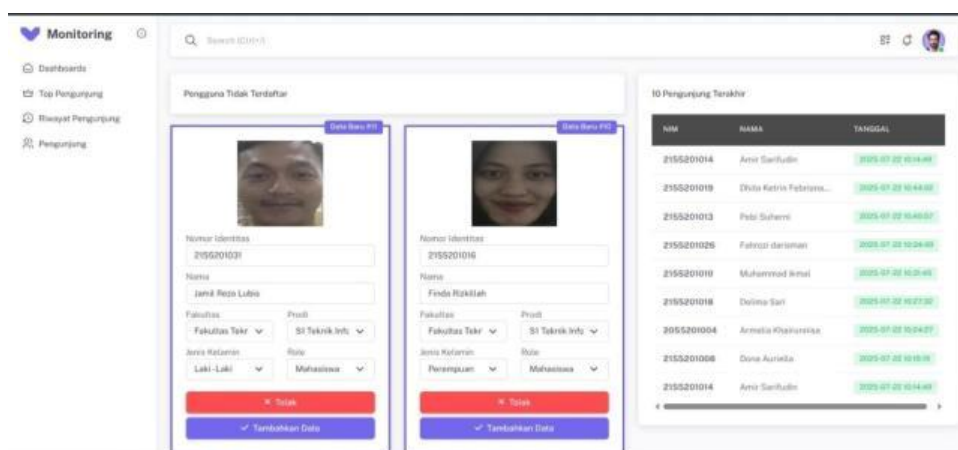
Gbr 3. Contoh panel system pencatatan kehadiran

Gambar 3 menunjukkan antarmuka (*Graphical User Interface* atau GUI) aplikasi desktop yang digunakan sebagai panel kendali sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan. Panel ini berfungsi sebagai pusat pengendalian proses deteksi wajah, pengenalan wajah, serta pemantauan status sistem selama aplikasi berjalan secara *real-time*. Pada sisi kiri antarmuka terdapat tiga tombol utama, yaitu Start System, Stop System, dan Stop UI. Tombol Start System digunakan untuk mengaktifkan seluruh layanan sistem, termasuk inisialisasi kamera, pemuatan model YOLOv11 untuk deteksi wajah, model FaceNet untuk pengenalan wajah, serta koneksi ke basis data dan server web. Tombol Stop System berfungsi untuk menghentikan seluruh proses pendeteksian dan pengenalan wajah tanpa menutup aplikasi, sedangkan tombol Stop UI digunakan untuk menutup aplikasi secara keseluruhan. Bagian kanan antarmuka merupakan panel log sistem yang menampilkan seluruh aktivitas aplikasi secara berurutan. Informasi yang ditampilkan meliputi status inisialisasi sistem, *Process Identifier* (PID) dari setiap proses yang dijalankan, notifikasi ketika sistem berhasil dijalankan, peringatan apabila sistem telah aktif sebelumnya, serta informasi ketika proses dihentikan. Log ini berfungsi sebagai media pemantauan (*monitoring*) sekaligus membantu administrator dalam melakukan proses *troubleshooting* apabila terjadi kesalahan selama sistem beroperasi. Melalui panel kendali ini, administrator dapat memonitor kondisi sistem secara langsung tanpa harus mengakses terminal atau menjalankan perintah secara manual. Dengan demikian, pengoperasian sistem menjadi lebih mudah, efisien, dan mendukung implementasi sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara *real-time*.



Gbr 4. Deteksi Waja

Gambar 4 memperlihatkan proses deteksi wajah secara *real-time* menggunakan algoritma YOLOv11 pada aplikasi desktop yang dikembangkan. Kamera (*webcam*) digunakan sebagai sumber masukan (*input*) untuk menangkap citra wajah pengunjung secara langsung. Setiap frame video diproses oleh model YOLOv11 untuk mendeteksi keberadaan wajah dan menentukan lokasi objek menggunakan bounding box berwarna biru. Pada gambar terlihat bahwa sistem berhasil mendeteksi satu objek wajah dengan nilai *confidence score* sebesar 0,90. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keyakinan model bahwa objek yang terdeteksi merupakan wajah manusia. Semakin tinggi nilai *confidence score*, semakin besar tingkat kepercayaan model terhadap hasil deteksi yang diperoleh. Selain proses deteksi, sistem juga menerapkan mekanisme verifikasi stabilitas wajah sebelum proses pengenalan identitas dilakukan. Informasi "Wajah Stabil" dan "Stabil dalam 1s" menunjukkan bahwa sistem akan memastikan posisi wajah berada dalam kondisi stabil selama satu detik. Mekanisme ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan identifikasi akibat pergerakan pengguna, perubahan posisi wajah secara tiba-tiba, maupun citra yang mengalami *blur*. Setelah kondisi stabil terpenuhi, sistem secara otomatis melakukan proses *cropping* pada area wajah yang berada di dalam *bounding box* dan mengirimkan hasilnya ke modul FaceNet untuk proses ekstraksi fitur (*face embedding*) dan identifikasi identitas pengguna. Penerapan proses stabilisasi sebelum pengenalan wajah memberikan beberapa keuntungan, antara lain meningkatkan kualitas citra yang digunakan pada tahap identifikasi, mengurangi proses identifikasi berulang pada wajah yang sama, serta meningkatkan akurasi sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, YOLOv11 tidak hanya berfungsi sebagai pendeteksi wajah, tetapi juga sebagai tahap awal yang memastikan kualitas masukan sebelum dilakukan proses pengenalan wajah.

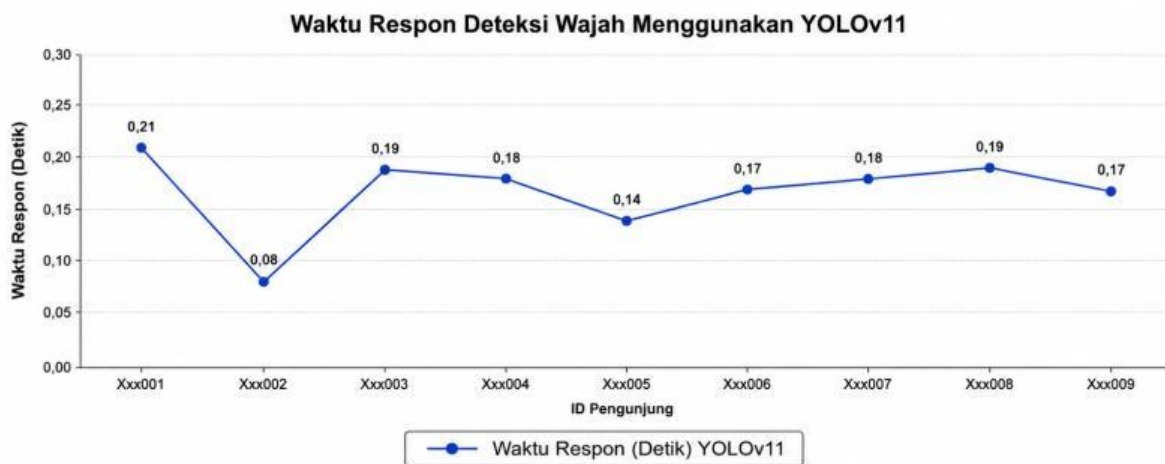


Gbr 5. Dashboard Monitoring Sistem Pencatatan Kehadiran Pengunjung

Gambar 5 menunjukkan antarmuka dashboard monitoring yang digunakan oleh administrator untuk mengelola dan memantau aktivitas sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara *real-time*. Dashboard dikembangkan berbasis web sehingga dapat diakses melalui peramban (*web browser*) dan terhubung langsung dengan aplikasi desktop melalui komunikasi data secara *real-time*. Pada sisi kiri dashboard terdapat menu navigasi yang terdiri atas Dashboard, Top Pengunjung, Riwayat Pengunjung, dan Pengunjung. Menu tersebut memudahkan administrator dalam mengakses berbagai informasi yang berkaitan dengan aktivitas kunjungan perpustakaan. Bagian utama dashboard menampilkan daftar pengguna yang belum terdaftar (*unregistered*). Setiap data pengunjung dilengkapi dengan citra wajah hasil deteksi, nomor identitas, nama, fakultas, program studi, jenis kelamin, dan peran pengguna. Informasi tersebut dapat dilengkapi atau diperbarui oleh administrator sebelum disimpan ke dalam basis data. Dashboard juga menyediakan dua pilihan tindakan, yaitu Tambah Data, yang digunakan untuk mendaftarkan pengguna baru ke dalam sistem, dan Tolak, yang digunakan untuk menghapus data apabila wajah yang terdeteksi tidak valid atau tidak memenuhi kriteria registrasi. Pada sisi kanan dashboard ditampilkan daftar 10 pengunjung terakhir yang berhasil dikenali oleh sistem. Informasi yang disajikan meliputi nomor identitas, nama pengunjung, serta tanggal dan waktu kehadiran. Daftar ini diperbarui secara otomatis setiap kali sistem berhasil melakukan proses identifikasi wajah, sehingga administrator dapat memantau aktivitas kunjungan perpustakaan secara langsung tanpa perlu melakukan penyegaran (*refresh*) halaman. Implementasi dashboard berbasis web memberikan kemudahan dalam proses administrasi, karena seluruh data kehadiran dapat dipantau secara terpusat. Selain itu, mekanisme verifikasi terhadap wajah yang belum dikenali meningkatkan fleksibilitas sistem dalam menangani pengguna baru tanpa mengganggu proses pencatatan kehadiran yang sedang berlangsung. Dengan demikian, dashboard tidak hanya berfungsi sebagai media monitoring, tetapi juga sebagai pusat pengelolaan data pengunjung dan validasi identitas pada sistem pencatatan kehadiran berbasis YOLOv11 dan FaceNet.

TABEL I
HASIL DETEKSI WAJAH MENGGUNAKAN YOLOV11

No	ID Pengunjung	Wajah Terdeteksi	Waktu Respon (Detik) YOLOv11
1	Xxx001	Ya	0.21
2	Xxx002	Ya	0.08
3	Xxx003	Ya	0.19
4	Xxx004	Ya	0.18
5	Xxx005	Ya	0.14
6	Xxx006	Ya	0.17
7	Xxx007	Ya	0.18
8	Xxx008	Ya	0.19
9	Xxx009	Ya	0.17



Gbr 6. Grafik Waktu Respon

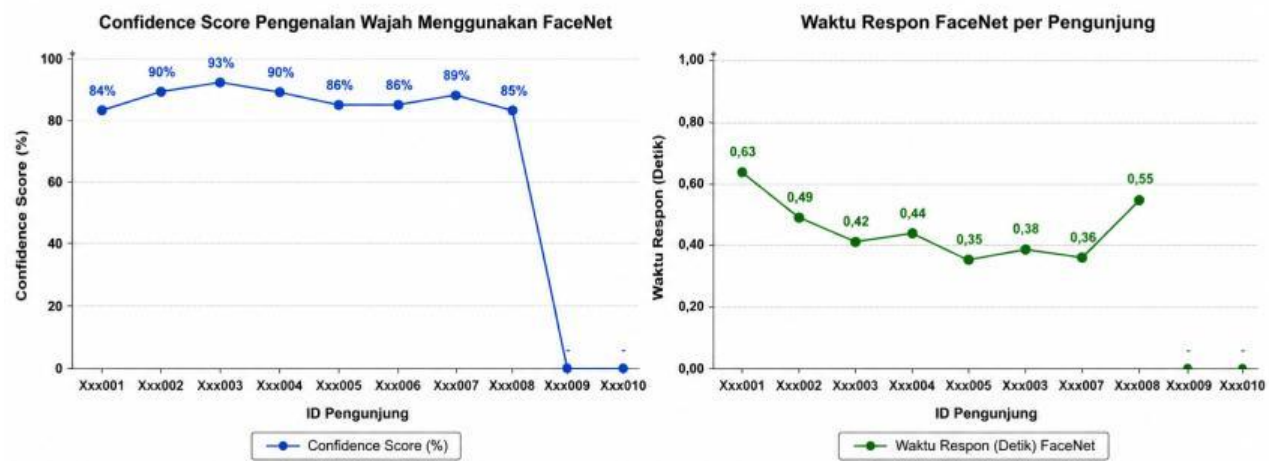
Gambar 6 menunjukkan grafik *line chart* waktu respon algoritma YOLOv11 dalam mendeteksi wajah terhadap sembilan sampel pengujian. Seluruh sampel berhasil dideteksi dengan status "Ya", sehingga tingkat keberhasilan deteksi mencapai 100%. Meskipun hanya 8 dari 10 sampel yang dikenali, dua sampel lainnya memang merupakan pengguna yang belum terdaftar pada basis data sehingga sistem diharapkan menolak kedua sampel tersebut. Oleh karena itu, kedua sampel tersebut dihitung sebagai True Negative (TN), bukan sebagai kesalahan pengenalan. Dengan nilai TP = 8, TN = 2, FP = 0, dan FN = 0, diperoleh tingkat akurasi sistem sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa model YOLOv11 mampu mendeteksi seluruh wajah yang diuji tanpa mengalami kegagalan deteksi (*false negative*). Berdasarkan grafik, waktu respon deteksi wajah berada pada rentang 0,08 detik hingga 0,21 detik. Waktu respon tercepat diperoleh pada sampel Xxx002, yaitu sebesar 0,08 detik, sedangkan waktu respon terlama terjadi pada sampel Xxx001, yaitu 0,21 detik. Perbedaan waktu respon antar sampel relatif kecil, yang mengindikasikan bahwa algoritma YOLOv11 mampu mempertahankan performa deteksi secara konsisten pada berbagai kondisi pengambilan citra. Rata-rata waktu respon deteksi yang diperoleh dari seluruh pengujian adalah sekitar 0,17 detik, dengan waktu respon maksimum masih berada jauh di bawah 0,25 detik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa proses deteksi berlangsung sangat cepat sehingga mampu memenuhi kebutuhan sistem pencatatan kehadiran berbasis real-time. Kecepatan ini memungkinkan proses selanjutnya, yaitu ekstraksi fitur dan pengenalan wajah menggunakan FaceNet, dapat dilakukan hampir tanpa jeda yang dirasakan oleh pengguna.

Fluktuasi kecil yang terlihat pada grafik dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti posisi wajah terhadap kamera, intensitas pencahayaan, kualitas citra yang diperoleh, serta proses komputasi pada saat pendeteksian. Namun demikian, variasi tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan deteksi, karena seluruh wajah tetap berhasil dikenali sebagai objek wajah. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma YOLOv11 memiliki performa deteksi yang cepat, stabil, dan konsisten. Tingkat keberhasilan deteksi sebesar 100% dengan rata-rata waktu respon 0,17 detik membuktikan bahwa algoritma ini sangat sesuai diterapkan

sebagai tahap awal pada sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan berbasis Face Recognition, karena mampu menyediakan citra wajah dengan cepat untuk diproses lebih lanjut pada tahap identifikasi.

TABEL II
HASIL PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN FACENET

No	ID Pengunjung	Dikenali	Confidence Score	Waktu Respon (Detik) FaceNet	Keterangan
1	Xxx001	Ya	84%	0.63	Terdaftar di <i>database</i>
2	Xxx002	Ya	90%	0.49	Terdaftar di <i>database</i>
3	Xxx003	Ya	93%	0.42	Terdaftar di <i>database</i>
4	Xxx004	Ya	90%	0.44	Terdaftar di <i>database</i>
5	Xxx005	Ya	86%	0.35	Terdaftar di <i>database</i>
6	Xxx006	Ya	86%	0.38	Terdaftar di <i>database</i>
7	Xxx007	Ya	89%	0.36	Terdaftar di <i>database</i>
8	Xxx008	Ya	85%	0.55	Terdaftar di <i>database</i>
9	Xxx009	Tidak	-	-	Belum terdaftar di <i>database</i>
10	Xxx010	Tidak	-	-	Belum terdaftar di <i>database</i>



Gbr 7. Grafik Hasil Pengenalan Wajah Menggunakan FaceNet

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian algoritma FaceNet dalam melakukan pengenalan wajah terhadap sepuluh sampel pengujian. Pengujian dilakukan dengan membandingkan *face embedding* hasil ekstraksi citra wajah terhadap data yang telah tersimpan pada basis data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 8 dari 10 sampel berhasil dikenali, sedangkan 2 sampel tidak dikenali karena belum terdaftar pada basis data. Dengan demikian, tingkat keberhasilan pengenalan wajah pada pengujian ini mencapai 80%, sedangkan 20% sampel lainnya diklasifikasikan sebagai pengguna baru (*unregistered*). Grafik Confidence Score memperlihatkan tingkat keyakinan (*confidence score*) FaceNet dalam mengenali wajah yang telah terdaftar. Nilai *confidence score* berada pada rentang 84% hingga 93%, yang menunjukkan bahwa seluruh wajah yang dikenali memiliki tingkat kemiripan yang tinggi dengan data referensi pada basis data. Nilai tertinggi diperoleh pada sampel Xxx003, yaitu sebesar 93%, sedangkan nilai terendah diperoleh pada sampel Xxx001, yaitu sebesar 84%. Meskipun terdapat variasi nilai *confidence score*, seluruh nilai masih berada di atas ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan sehingga sistem berhasil melakukan identifikasi dengan benar. Selain tingkat kepercayaan, pengujian juga mengevaluasi waktu respon FaceNet dalam melakukan proses identifikasi. Grafik waktu respon menunjukkan bahwa proses pengenalan wajah berlangsung pada rentang 0,35 detik hingga 0,63 detik. Waktu respon tercepat diperoleh pada sampel Xxx005, yaitu 0,35 detik, sedangkan waktu respon terlama terjadi pada sampel Xxx001, yaitu 0,63 detik. Berdasarkan seluruh data yang berhasil dikenali, diperoleh rata-rata waktu respon sekitar 0,45 detik, yang menunjukkan bahwa proses ekstraksi fitur dan pencocokan *embedding* dapat dilakukan dengan cepat sehingga sesuai untuk aplikasi real-time. Dua sampel, yaitu Xxx009 dan Xxx010, tidak memiliki nilai *confidence score* maupun waktu respon karena kedua pengguna tersebut belum terdaftar pada basis data. Sistem secara otomatis mengklasifikasikan kedua sampel tersebut sebagai pengguna tidak dikenal (*unknown*) dan mengirimkan datanya ke modul *unregistered* untuk dilakukan proses verifikasi oleh administrator melalui aplikasi web. Mekanisme

ini memastikan bahwa sistem tidak memberikan identitas yang salah kepada pengguna yang tidak terdapat pada basis data, sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya False Acceptance.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma FaceNet mampu menghasilkan proses pengenalan wajah yang cepat dan memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi terhadap pengguna yang telah diregistrasi. Kombinasi nilai *confidence score* yang berada di atas 84% serta rata-rata waktu respon sekitar 0,45 detik menunjukkan bahwa FaceNet memiliki performa yang baik sebagai modul identifikasi pada sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan. Selain itu, kemampuan sistem dalam membedakan antara pengguna yang terdaftar dan belum terdaftar menunjukkan bahwa mekanisme identifikasi dan validasi identitas telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem, sehingga meningkatkan keandalan dan keamanan proses pencatatan kehadiran secara real-time.

A. Analisis Confidence Score

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *confidence score* berada pada rentang 84% hingga 93%. Variasi nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan tingkat kemiripan antara citra wajah hasil pengujian dengan data referensi yang tersimpan pada basis data. Pengguna dengan nilai *confidence score* yang lebih tinggi memiliki karakteristik citra yang lebih konsisten terhadap data registrasi, baik dari sisi pencahayaan, posisi wajah, maupun kualitas citra. Sebaliknya, nilai *confidence score* yang relatif lebih rendah masih berada di atas nilai ambang (*threshold*) yang digunakan sehingga identitas tetap dapat dikenali dengan benar. Variasi tersebut dipengaruhi oleh perubahan kecil pada ekspresi wajah, posisi kepala, maupun kualitas citra yang diperoleh kamera saat proses pengujian. Secara keseluruhan, rentang nilai 84%–93% menunjukkan bahwa FaceNet mampu menghasilkan representasi fitur wajah yang stabil dan memiliki kemampuan diskriminasi yang baik terhadap identitas pengguna.

B. Analisis Waktu Respon

Perbedaan waktu respon yang diperoleh selama pengujian tidak menunjukkan adanya penurunan performa sistem, melainkan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas citra yang diterima kamera, posisi wajah terhadap kamera, intensitas pencahayaan, serta kompleksitas proses ekstraksi fitur pada setiap citra. Wajah yang berada pada posisi frontal dengan pencahayaan yang merata cenderung menghasilkan waktu identifikasi yang lebih singkat dibandingkan wajah dengan sedikit perubahan sudut atau pencahayaan yang kurang optimal. Meskipun demikian, seluruh proses identifikasi dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari 1 detik, sehingga sistem tetap memenuhi karakteristik aplikasi real-time.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menganalisis kinerja sistem pencatatan kehadiran pengunjung perpustakaan secara real-time menggunakan kombinasi algoritma YOLOv11 dan FaceNet. YOLOv11 digunakan sebagai metode deteksi wajah, sedangkan FaceNet berperan dalam proses pengenalan identitas berdasarkan ekstraksi fitur wajah. Integrasi kedua algoritma menghasilkan sistem yang mampu melakukan proses deteksi, identifikasi, dan pencatatan kehadiran secara otomatis serta terhubung dengan aplikasi berbasis web untuk proses monitoring dan verifikasi data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma YOLOv11 mampu mendeteksi seluruh wajah yang diuji dengan tingkat keberhasilan 100% dan rata-rata waktu respon sebesar 0,17 detik. Sementara itu, algoritma FaceNet berhasil mengenali seluruh pengguna yang telah terdaftar pada basis data dengan *confidence score* berada pada rentang 84%–93% dan rata-rata waktu respon sekitar 0,45 detik. Pengguna yang belum terdaftar berhasil diklasifikasikan sebagai unknown dan secara otomatis dialihkan ke modul unregistered untuk proses verifikasi oleh administrator. Berdasarkan hasil evaluasi, sistem memiliki performa yang cepat, stabil, dan mampu memenuhi kebutuhan pencatatan kehadiran berbasis real-time. Kecepatan deteksi dan identifikasi yang relatif singkat serta kemampuan membedakan pengguna yang terdaftar dan belum terdaftar menunjukkan bahwa kombinasi YOLOv11 dan FaceNet efektif diterapkan sebagai solusi digital dalam pengelolaan kehadiran pengunjung perpustakaan. Selain meningkatkan efisiensi proses pencatatan, sistem juga mendukung pengelolaan data yang lebih akurat, aman, dan terintegrasi. Sebagai pengembangan pada penelitian selanjutnya, sistem dapat dievaluasi menggunakan jumlah sampel yang lebih besar dan pada kondisi lingkungan yang lebih bervariasi, seperti perubahan intensitas pencahayaan, variasi pose wajah, ekspresi, maupun kondisi wajah yang mengalami occlusion. Selain itu, integrasi dengan model pengenalan wajah yang lebih mutakhir serta optimalisasi komputasi pada perangkat dengan spesifikasi rendah diharapkan dapat semakin meningkatkan performa dan keandalan sistem dalam implementasi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] The Digital Transformation of Libraries, "The Digital Transformation of Libraries," *IFLA Journal*, vol. 46, no. 2, pp. 97–105, 2020.
- [2] H. T. Du, M. Huk, N. H. Dung, and N. T. Nghe, "An Attendance Checking System on Mobile Devices Using Transfer Learning," *New Trends in Intelligent Software Methodologies, Tools and Techniques*, IOS Press, 2022. doi:10.3233/FAIA220279. <https://doi.org/10.3233/FAIA220279>
- [3] R. A. Asmara et al., "Face Recognition Using ArcFace and FaceNet in Google Cloud Platform for Attendance System Mobile Application," *Proceedings of the 2022 Annual Technology, Applied Science and Engineering Conference (ATASEC)*, 2022. doi:10.2991/978-94-6463-106-7_13. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-106-7_13
- [4] Z. Yu, H. Huang, W. Chen, Y. Su, Y. Liu, and X. Wang, "YOLO-FaceV2: A Scale and Occlusion Aware Face Detector," *arXiv preprint arXiv:2208.02019*, 2022.
- [5] M. F. Sani, R. F. Rachmadi, and Endroyono, "Improving Real-Time Attendance System Based on YOLO and FaceNet Using Super Resolution Models," *Proc. IEEE International Conference on Computer Sciences, Engineering and Technology Innovation (ICoCSETI)*, 2025. doi:10.1109/ICoCSETI63724.2025.11020451. <https://doi.org/10.1109/ICoCSETI63724.2025.11020451>
- [6] A. Budiman et al., "Student Attendance with Face Recognition: A Systematic Literature Review," *Procedia Computer Science*, vol. 216, pp. 601–610, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.108>
- [7] M. H. H. K. Akintunde et al., "A Deep Learning-Based Face Recognition Attendance System," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 10, 2023.
- [8] O. Faruque, F. H. Siddiqui, and S. B. Noor, "Face Recognition-Based Mass Attendance Using YOLOv5 and ArcFace," *Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34619-4_39
- [9] N. Surantha, H. Gunawan, and M. A. Pradana, "Lightweight Face Recognition-Based Portable Attendance System," *Array*, vol. 22, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101089>
- [10] B. K. Putra, A. G. Putrada, and I. D. Oktaviani, "YOLOv8 and FaceNet Algorithm for Real-Time Face Recognition Attendance System," in *2025 IEEE International Symposium on Future Telecommunication Technologies (SOFTT)*, 2025. <https://doi.org/10.1109/SOFTT67007.2025.11213461>