

Smart Library Visit System: Pencatatan Kunjungan Berbasis Face Recognition

Smart Library Visit System: Face Recognition Based Visit Recording

Suryani^{a,1,*}, Moch. Farhan Juliansyach Putra Taufiq^{a,2}

^aTeknik Informatika, Universitas Dipa Makassar, Makassar, Indonesia

¹suryani187@undipa.ac.id; ²Farhanjee27@gmail.com

*corresponding author

Informasi Artikel	ABSTRAK
Diserahkan : 5 Maret 2026 Diterima : 16 Mei 2026 Direvisi : 20 Mei 2026 Diterbitkan : 1 Agustus 2026 Kata Kunci: Pengenalan Wajah Perpustakaan Cerdas Algoritma ArcFace Cosine Similarity Pencatatan Kunjungan Otomatis	Pencatatan kunjungan perpustakaan yang masih dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, duplikasi data, dan rendahnya efisiensi layanan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan <i>Smart Library Visit System</i> berbasis <i>Face Recognition</i> sebagai sistem pendukung pencatatan kunjungan otomatis di Perpustakaan Universitas Dipa Makassar. Sistem menggunakan <i>RetinaFace</i> untuk deteksi wajah, <i>ArcFace</i> untuk ekstraksi fitur, dan <i>Cosine Similarity</i> untuk pengukuran kemiripan dengan <i>threshold</i> 65%. Pengujian dilakukan menggunakan <i>Black Box Testing</i>, evaluasi akurasi melalui True Positive Rate (TPR), serta <i>User Acceptance Testing</i> (UAT) terhadap 50 responden. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengenali 89 data wajah dengan nilai TPR sebesar 1,00 menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali seluruh wajah yang terdaftar secara akurat. Sedangkan tingkat penerimaan pengguna sebesar 91,2% menunjukkan bahwa sistem layak diterapkan dan diterima dengan sangat baik oleh pengguna, baik dari segi kemudahan, kecepatan, akurasi, maupun manfaatnya dalam meningkatkan efisiensi pencatatan kunjungan perpustakaan. Sistem ini mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan kunjungan serta mendukung implementasi konsep <i>Smart Library</i> di lingkungan kampus.
Keywords: Face Recognition Smart Library ArcFace Algorithm Cosine Similarity Automated Visitor Recording This is an open access article under the CC-BY-SA license. 	ABSTRACT Manual recording of library visits has the potential to cause recording errors, data duplication, and low service efficiency. This study aims to design and implement a Face Recognition-based Smart Library Visit System as a supporting system for automatic visitor recording at the Library of Universitas Dipa Makassar. The system utilizes <i>RetinaFace</i> for face detection, <i>ArcFace</i> for feature extraction, and <i>Cosine Similarity</i> to measure facial similarity with a threshold of 65%. The testing process was conducted using <i>Black Box Testing</i>, accuracy evaluation through the True Positive Rate (TPR), and <i>User Acceptance Testing</i> (UAT) involving 50 respondents. The results showed that the system was able to recognize 89 facial data with a TPR value of 1.00 indicates that the system accurately recognized all registered faces. Meanwhile, the user acceptance rate of 91.2% indicates that the system is feasible to implement and was very well accepted by users in terms of ease of use, speed, accuracy, and its benefits in improving the efficiency of library visit recording. Overall, this system can improve the accuracy and efficiency of visitor recording and support the implementation of the <i>Smart Library</i> concept in a campus environment.

I. Pendahuluan

Perpustakaan perguruan tinggi memiliki peran strategis dalam mendukung kegiatan akademik, penelitian, pengembangan literasi, serta pembentukan budaya menuntut ilmu di lingkungan kampus. Dalam perspektif Islam, perpustakaan dapat dipahami sebagai salah satu sarana penting dalam mendukung semangat Thalab al-'Ilm, yaitu usaha mencari, mengembangkan, dan memanfaatkan ilmu pengetahuan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, pengelolaan perpustakaan tidak hanya dituntut untuk efisien secara administratif, tetapi juga perlu mendukung nilai kejujuran, kedisiplinan, dan tanggung jawab dalam pencatatan aktivitas pengguna.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, transformasi digital dalam pengelolaan perpustakaan telah mendorong pengembangan sistem informasi yang terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi layanan,

akurasi pencatatan, dan kemudahan pengolahan data [1], [2], [3]. Hal ini sejalan dengan ruang lingkup Jurnal BUSITI yang berfokus pada pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi, khususnya pada bidang artificial intelligence, databases, computer security, computer performance analysis, dan software engineering. Namun, pada beberapa institusi, pencatatan kunjungan perpustakaan masih dilakukan secara manual atau bergantung pada input pengguna. Kondisi ini berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, duplikasi identitas, rendahnya efisiensi layanan, serta membuka peluang manipulasi data kehadiran, seperti praktik titip absen.

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya sistem pencatatan kunjungan yang tidak hanya cepat dan efisien, tetapi juga mampu melakukan validasi kehadiran fisik pengguna secara otomatis. Dalam konteks ini, penerapan teknologi biometrik berbasis pengenalan wajah dapat menjadi solusi untuk meningkatkan validitas data kunjungan perpustakaan. Teknologi ini memungkinkan sistem mengenali pengguna berdasarkan karakteristik wajah sehingga pencatatan kunjungan dapat dilakukan secara lebih objektif, akurat, dan sulit dimanipulasi. Selain itu, sistem ini juga dapat mempermudah akses mahasiswa atau pengguna perpustakaan tanpa harus melakukan pencatatan manual, sehingga mendukung layanan perpustakaan yang lebih modern, tertib, dan terpercaya.

Perkembangan pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan membuka peluang penerapan sistem autentikasi biometrik berbasis wajah [4], [5]. Dalam sistem Face Recognition, tahap awal adalah deteksi wajah yang bertujuan menemukan lokasi wajah dalam citra. Metode MTCNN dikenal mampu melakukan deteksi dan alignment wajah secara efektif [6], sementara *RetinaFace* dikembangkan sebagai single-stage detector yang mampu mendeteksi wajah sekaligus memprediksi landmark secara akurat dalam satu proses komputasi [7].

Pada tahap pengenalan wajah, metode berbasis deep learning menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan pendekatan tradisional [8]. ArcFace memanfaatkan Additive Angular Margin Loss untuk menghasilkan *embedding* wajah yang lebih diskriminatif dalam ruang vektor fitur [9]. Untuk mengukur tingkat kemiripan antar-*embedding*, *Cosine Similarity* digunakan karena mampu menghitung kedekatan sudut antarvektor secara stabil dan tidak dipengaruhi oleh panjang vektor [10].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan Face Recognition pada sistem absensi otomatis mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan dibandingkan metode konvensional [11], [12]. Evaluasi perangkat lunak melalui Black Box Testing juga menjadi pendekatan yang efektif untuk memastikan kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan yang dirancang [13]. Selain itu, *User Acceptance Testing* (UAT) digunakan untuk mengukur tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan [14]. Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan model Waterfall yang sistematis dan terstruktur untuk memastikan setiap tahapan analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi dilakukan secara berurutan serta terdokumentasi dengan baik [15].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan Smart Library Visit System berbasis Face Recognition sebagai stand-alone complementary system untuk mendukung sistem e-Library yang telah ada. Sistem ini mengintegrasikan *RetinaFace* untuk deteksi wajah, ArcFace untuk ekstraksi fitur, dan *Cosine Similarity* untuk pengukuran kemiripan wajah. Pengembangan sistem ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi, efisiensi, dan validitas data kunjungan perpustakaan, sekaligus mendukung nilai kejujuran dalam pencatatan kehadiran pengguna. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan dengan pengembangan Smart Library dan Smart Campus, tetapi juga selaras dengan orientasi teknologi informasi yang bermanfaat, amanah, dan mendukung budaya Thalab al-'Ilm di lingkungan akademik.

II. Metode

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) yang berfokus pada perancangan dan implementasi sistem pencatatan kunjungan perpustakaan berbasis *Face Recognition* sejumlah 89 data *embedding* wajah yang digunakan sebagai data referensi dalam proses pencocokan wajah pengunjung. Variabel yang digunakan dalam pengujian meliputi aksesoris dengan karakteristik tanpa aksesoris, menggunakan kacamata, menggunakan topi/jaket tudung, pose wajah dengan karakteristik frontal, slight tilt up, slight lateral tilt ($\pm 10-15^\circ$), Jarak Kamera ± 50 cm dari wajah dan kondisi pencahayaan dengan karakteristik Pencahayaan normal dan pencahayaan redup.

Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan model pengembangan sistem *Waterfall*. Model ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur, mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian sistem, sehingga sesuai untuk pengembangan sistem dengan kebutuhan yang telah terdefinisi dengan jelas. Model *Waterfall* terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Dalam penelitian ini, tahapan yang dilakukan meliputi analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem, implementasi algoritma *Face Recognition*, serta pengujian sistem menggunakan metode *Black Box Testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT).

B. Tahapan Pengembangan Sistem

1) Analisis Kebutuhan

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan sistem berdasarkan kondisi pencatatan kunjungan di Perpustakaan Universitas Dipa Makassar. Sistem yang berjalan sebelumnya masih bergantung pada input manual pengunjung melalui form komputer. Dari hasil analisis diperoleh kebutuhan sistem sebagai berikut:

- a) Sistem mampu mendeteksi wajah pengunjung secara *real-time*.
- b) Sistem mampu mengenali identitas pengunjung berdasarkan database wajah.
- c) Sistem secara otomatis mencatat waktu dan tanggal kunjungan.
- d) Sistem dapat berjalan sebagai *stand-alone complementary system* tanpa mengubah sistem e-Library yang telah ada.

2) Perancangan Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dirancang berbasis web dengan integrasi modul *Face Recognition*. Secara umum, sistem terdiri dari:

- a) Modul Deteksi Wajah
- b) Modul Ekstraksi Fitur (*Embedding*)
- c) Modul Pencocokan (*Similarity Measurement*)
- d) Modul Penyimpanan dan Manajemen Data
- e) Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Alur kerja sistem dimulai dari pengambilan citra wajah melalui kamera, Citra wajah yang diperoleh kemudian diproses melalui tahap deteksi wajah menggunakan metode *RetinaFace* untuk memastikan bahwa area wajah dapat dikenali dengan baik. Setelah wajah terdeteksi, sistem melakukan proses ekstraksi fitur wajah menggunakan metode *ArcFace* yang menghasilkan vektor fitur (*embedding*) sebagai representasi numerik dari karakteristik wajah pengunjung. Vektor fitur ini digunakan sebagai dasar dalam proses pencocokan identitas. Tahap selanjutnya adalah proses pencocokan identitas, di mana vektor fitur wajah hasil ekstraksi dibandingkan dengan data *embedding* wajah yang tersimpan dalam basis data sistem. Perhitungan tingkat kemiripan dilakukan menggunakan metode *Cosine Similarity* untuk menentukan tingkat kedekatan antara dua vektor fitur wajah. Apabila nilai kemiripan yang dihasilkan melebihi ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan, maka sistem menyatakan identitas pengunjung berhasil divalidasi. Sebaliknya, apabila nilai kemiripan berada di bawah ambang batas, sistem akan menolak proses validasi dan data kunjungan tidak akan dicatat.

C. Metode Face Detection

Tahap deteksi wajah menggunakan metode *RetinaFace* yang merupakan *single-stage face detector* yang mampu mendeteksi *bounding box* wajah sekaligus lima titik *landmark* utama wajah (mata kiri, mata kanan, hidung, sudut mulut kiri, dan sudut mulut kanan).

Keunggulan *RetinaFace* adalah kemampuannya dalam menghasilkan deteksi yang stabil pada berbagai variasi pose dan pencahayaan. Output dari tahap ini berupa citra wajah yang telah disejajarkan (*aligned face*), yang kemudian digunakan sebagai input pada tahap ekstraksi fitur.

D. Metode Face Recognition (Ekstraksi Fitur)

Ekstraksi fitur wajah dilakukan menggunakan *ArcFace*. *ArcFace* menggunakan pendekatan *Additive Angular Margin Loss* untuk meningkatkan separabilitas antar kelas identitas dalam ruang *embedding*.

Setiap wajah yang diproses akan menghasilkan representasi vektor numerik berdimensi tetap (*embedding*). Representasi ini bersifat unik untuk setiap individu dan relatif stabil terhadap perubahan ekspresi maupun pencahayaan.

Embedding wajah yang dihasilkan kemudian disimpan dalam basis data sebagai referensi untuk proses pencocokan selanjutnya.

E. Metode Pengukuran Kemiripan

Untuk menentukan apakah wajah yang terdeteksi sesuai dengan identitas yang tersimpan dalam basis data, digunakan metode *Cosine Similarity*. *Cosine Similarity* mengukur sudut antara dua vektor *embedding* dengan rumus (1):

$$\text{Cosine Similarity} = \frac{A \cdot B}{\|A\| \times \|B\|} \quad (1)$$

di mana:

A = vektor *embedding* wajah input

B = vektor *embedding* dalam database

Nilai *Cosine Similarity* berada pada rentang 0 hingga 1. Semakin mendekati 1, semakin tinggi tingkat kemiripan. Dalam penelitian ini digunakan nilai ambang batas (*threshold*) sebesar 0,65 untuk menentukan apakah wajah dianggap cocok atau tidak.

F. Metode Pengujian Sistem

1) *Black Box Testing*

Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini berfokus pada kesesuaian output sistem terhadap kebutuhan yang telah dirancang tanpa melihat struktur kode program. Skenario pengujian meliputi:

- a) Proses deteksi wajah
- b) Proses pengenalan wajah
- c) Proses pencatatan kunjungan otomatis
- d) Pengelolaan data pada dashboard admin

2) *User Acceptance Testing (UAT)*

Selain pengujian teknis, dilakukan *User Acceptance Testing (UAT)* untuk mengetahui tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem. Responden merupakan pengguna yang telah mencoba sistem secara langsung di lingkungan perpustakaan. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert dengan beberapa indikator, antara lain:

- a) Kemudahan penggunaan
- b) Kecepatan sistem
- c) Keakuratan pengenalan wajah
- d) Kepuasan terhadap sistem

Hasil UAT digunakan untuk mengevaluasi kelayakan sistem dalam implementasi nyata.

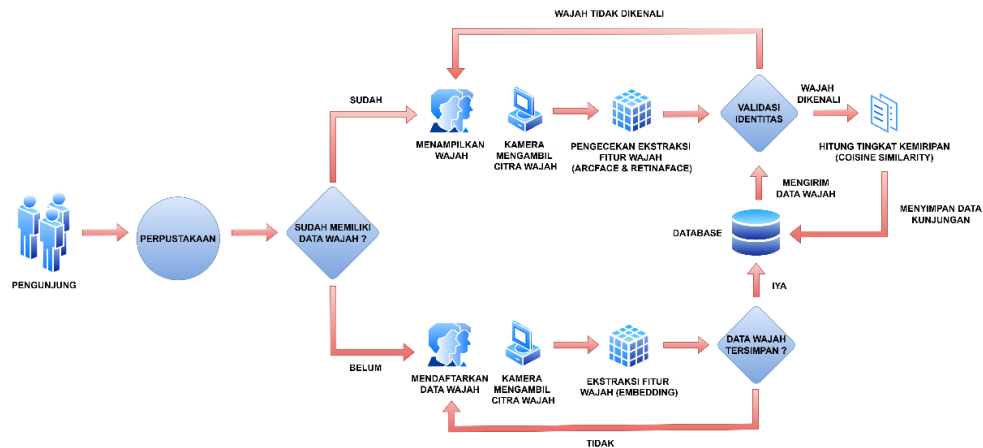
III. Hasil dan Pembahasan

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Smart Library Visit System dikembangkan sebagai sistem berbasis web yang terintegrasi dengan modul *Face Recognition*. Sistem ini dirancang sebagai stand-alone complementary system yang tidak menggantikan e-Library, tetapi berfungsi sebagai sistem pendukung dalam memvalidasi kehadiran fisik pengunjung. Secara umum, arsitektur sistem terdiri dari:

- 1) Modul Input Citra (Kamera)
- 2) Modul Face Detection (*RetinaFace*)
- 3) Modul Feature Extraction (*ArcFace*)
- 4) Modul Similarity Matching (*Cosine Similarity*)
- 5) Modul Penyimpanan Database
- 6) Modul Dashboard Admin

Alur sistem dimulai ketika kamera menangkap citra wajah pengunjung. Citra tersebut diproses oleh *RetinaFace* untuk mendeteksi lokasi wajah serta melakukan *alignment* berdasarkan *landmark* wajah. Hasil *alignment* kemudian diproses oleh *ArcFace* untuk menghasilkan *embedding* wajah dalam bentuk vektor numerik. Vektor ini dibandingkan dengan *embedding* dalam database menggunakan *Cosine Similarity*. Jika nilai kemiripan $\geq 0,65$, maka sistem mengidentifikasi pengunjung sebagai pengguna terdaftar dan secara otomatis mencatat waktu kunjungan.



Gambar 1. System Architectural Workflow

B. Implementasi Proses Deteksi dan Pengenalan Wajah

Tahap deteksi wajah dilakukan menggunakan *RetinaFace*. Sistem mampu mendeteksi wajah secara *real-time* dalam kondisi pencahayaan ruang perpustakaan normal. Proses *alignment* wajah memastikan bahwa fitur utama (mata, hidung, dan mulut) berada pada posisi yang konsisten sebelum masuk ke tahap ekstraksi fitur.

Embedding wajah yang dihasilkan oleh *ArcFace* memiliki dimensi tetap dan merepresentasikan karakteristik unik setiap individu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan wajah antar individu dengan tingkat kemiripan yang jelas berbeda antara pengguna yang sama dan pengguna yang berbeda.

Dalam pengujian awal, nilai *Cosine Similarity* untuk wajah yang sama berada pada rentang 0,72 - 0,89, sedangkan untuk wajah berbeda berada di bawah 0,60. Oleh karena itu, ambang batas 0,65 dinilai optimal untuk mengurangi risiko false acceptance dan false rejection.



Gambar 2. Proses Deteksi dan Pengenalan Wajah

C. Hasil Validasi Identitas Pengunjung

Pengujian dilakukan terhadap beberapa partisipan dengan variasi kondisi pencahayaan dan posisi wajah. Sistem diuji untuk:

- 1) Wajah frontal
- 2) Wajah dengan sedikit rotasi
- 3) Wajah dengan ekspresi berbeda
- 4) Pencahayaan normal dan redup

Tabel 1. Ringkasan Statistik Hasil Pengujian Identifikasi Wajah

Parameter	Nilai
Jumlah Data Uji	89
Nilai Similarity Minimum	69,0
Nilai Similarity Maksimum	97,2
Rata-rata Similarity	90,74
Standar Deviasi	5,12
Tingkat Keberhasilan Sistem	100%

Tabel 2. Hasil Validasi Identitas Pengunjung

ID	Wajah	Nama	Hasil Deteksi	Ket
1		Moch. Farhan Juliansaych Putra Taufiq	90	Dikenali
2		irwan syahrir	92,6	Dikenali
3		dwiyanto jepri	95,6	Dikenali
4		FIKRI HAIKAL	88,4	Dikenali
5		REYHAN RAFAIDHIL	97,2	Dikenali
6		Fatih Maulana	95,9	Dikenali
7		Diki Darmawan	96	Dikenali
8		Paulus Apriliano Crespo	93,2	Dikenali
9		Elenzia sabari	92,6	Dikenali
10		Arif Maulana	96,1	Dikenali
11		Iqbal Nur Wahyu	95,6	Dikenali
12		MUHAMMAD FAUZAN VIRGIAWAN	93,9	Dikenali
13		Calvin Maylianto	91	Dikenali

ID	Wajah	Nama	Hasil Deteksi	Ket
89		Suryani, S.Kom., MT	80,6	Dikenali

Berdasarkan Tabel 1 dan 2, dari 89 data pengujian yang dilakukan, sistem berhasil mengenali seluruh wajah dengan tingkat keberhasilan 100%. Nilai similarity minimum yang diperoleh adalah 69,0%, sedangkan nilai maksimum mencapai 97,2%. Rata-rata similarity sebesar 90,74% menunjukkan bahwa sebagian besar pengujian berada jauh di atas ambang batas sistem sebesar 65%.

Standar deviasi sebesar 5,12 menunjukkan bahwa variasi nilai similarity relatif kecil dan distribusi hasil pengujian cukup stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem Face Recognition yang diimplementasikan memiliki konsistensi performa yang baik pada berbagai kondisi pengujian.

Dengan demikian, nilai threshold 0,65 tidak hanya digunakan sebagai batas teknis pencocokan wajah, tetapi ditetapkan sebagai batas operasional yang mempertimbangkan pemisahan nilai kemiripan antara wajah yang sama dan wajah yang berbeda. Pada data validasi, seluruh wajah terdaftar berhasil dikenali dengan nilai similarity minimum 69,0%, nilai maksimum 97,2%, dan rata-rata 90,74%. Nilai minimum 69,0% menunjukkan bahwa data wajah sah masih memiliki jarak 4,0 poin persentase di atas threshold 65%. Sementara itu, pada pengujian awal, nilai similarity untuk wajah berbeda berada di bawah 60%, sehingga threshold 65% masih memiliki jarak sekitar 5,0 poin persentase dari kelompok wajah tidak sama. Kondisi ini menunjukkan adanya ruang pemisah (separation margin) antara pasangan wajah sah dan pasangan wajah tidak sah.

D. Analisis Penentuan Ambang Batas (Threshold 65%)

Penentuan nilai threshold pada sistem pengenalan wajah merupakan aspek penting karena menentukan keseimbangan antara keamanan identitas dan kemudahan layanan. Nilai threshold yang terlalu rendah membuat sistem lebih permisif dalam menerima hasil pencocokan wajah. Kondisi ini dapat menurunkan kemungkinan pengguna sah ditolak oleh sistem, tetapi berpotensi meningkatkan False Acceptance Rate (FAR), yaitu kondisi ketika wajah yang tidak sesuai atau tidak terdaftar justru diterima sebagai identitas yang valid. Sebaliknya, nilai threshold yang terlalu tinggi membuat sistem bekerja lebih ketat, tetapi dapat meningkatkan False Rejection Rate (FRR), yaitu kondisi ketika wajah pengguna yang sebenarnya sah justru ditolak oleh sistem.

Secara matematis, FAR dan FRR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$FAR = FP / (FP + TN) \times 100\% \quad (2)$$

$$FRR = FN / (TP + FN) \times 100\% \quad (3)$$

FP (False Positive) menunjukkan kondisi ketika sistem menerima wajah yang salah sebagai identitas yang valid, sedangkan TN (True Negative) menunjukkan kondisi ketika sistem menolak wajah yang memang tidak sesuai. FN (False Negative) terjadi ketika sistem menolak wajah pengguna yang sebenarnya benar, sedangkan TP (True Positive) terjadi ketika sistem berhasil menerima wajah pengguna yang benar. Dalam konteks pencatatan kunjungan perpustakaan, FAR berkaitan langsung dengan validitas dan kejujuran data kunjungan karena dapat menyebabkan identitas kunjungan tercatat atas nama pengguna yang tidak tepat. Sementara itu, FRR berkaitan dengan kenyamanan dan efisiensi layanan karena pengguna yang sah harus mengulangi proses pemindaian atau memerlukan bantuan petugas.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 89 data wajah terdaftar, seluruh wajah berhasil dikenali dengan nilai similarity di atas threshold 65%. Dengan demikian, pada skenario pengujian pengguna terdaftar diperoleh TP = 89 dan FN = 0, sehingga nilai FRR pada skenario ini adalah 0%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai threshold 65% masih mampu menerima seluruh wajah pengguna yang valid pada kondisi pengujian yang dilakukan. Namun demikian, nilai FAR belum dapat digeneralisasi secara penuh hanya berdasarkan data wajah terdaftar. Perhitungan FAR yang lebih kuat memerlukan data pembandingan berupa wajah tidak terdaftar atau impostor pairs dalam jumlah yang lebih besar dan bervariasi. Meskipun demikian, pengujian awal menunjukkan bahwa nilai similarity untuk wajah berbeda berada di bawah 60%, sehingga pada skenario awal tidak ditemukan indikasi false acceptance.

Pemilihan threshold 65% dinilai proporsional karena berada di antara batas atas kemiripan wajah berbeda dan batas bawah kemiripan wajah sah. Apabila threshold diturunkan menjadi 60%, sistem akan menjadi lebih longgar dalam menerima hasil pencocokan. Kondisi ini memang dapat mempertahankan FRR pada tingkat

yang rendah, tetapi berisiko meningkatkan FAR karena wajah berbeda dengan nilai similarity mendekati 60% dapat diterima sebagai identitas yang valid. Sebaliknya, apabila threshold dinaikkan menjadi 70%, terdapat potensi penolakan terhadap data wajah sah, mengingat nilai similarity minimum pengguna terdaftar pada pengujian ini adalah 69,0%. Hal tersebut dapat meningkatkan FRR, terutama pada kondisi visual yang kurang ideal, seperti pencahayaan redup, posisi wajah miring, wajah tidak sejajar dengan kamera, atau kualitas citra yang rendah. Oleh karena itu, nilai threshold 65% dipilih karena memberikan ruang toleransi yang cukup terhadap variasi citra wajah pengguna sah, namun tetap berada di atas batas kemiripan wajah berbeda yang teridentifikasi pada pengujian awal.

Dari perspektif kebutuhan Smart Library, risiko FAR perlu ditekan karena kesalahan penerimaan identitas dapat mengganggu keakuratan, validitas, dan integritas data kunjungan. Dalam sistem pencatatan kehadiran, FAR dapat menyebabkan data kunjungan tercatat atas nama pengguna lain serta membuka peluang manipulasi kehadiran. Namun, sistem juga tidak boleh dirancang terlalu ketat karena FRR yang tinggi dapat menurunkan efisiensi layanan dan mengurangi kenyamanan pengguna. Pengguna yang sebenarnya sah dapat mengalami penolakan berulang sehingga proses pencatatan menjadi lebih lambat dan membutuhkan intervensi petugas. Dengan mempertimbangkan kedua risiko tersebut, threshold 65% dalam penelitian ini digunakan sebagai titik keseimbangan awal antara keamanan identitas, akurasi pencatatan, dan kelancaran layanan kunjungan perpustakaan.

E. Anomali Kegagalan Deteksi Visual dan Dampaknya terhadap FAR/FRR

Anomali kegagalan deteksi visual perlu dibedakan secara jelas dari kegagalan pencocokan wajah. Kegagalan deteksi terjadi pada tahap awal pemrosesan, yaitu ketika RetinaFace tidak berhasil menemukan area wajah, menghasilkan bounding box yang kurang tepat, atau melakukan proses alignment wajah secara tidak presisi. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pencahayaan yang terlalu rendah atau terlalu kuat, backlight, wajah yang tampak gelap, motion blur, posisi wajah yang terlalu miring, jarak wajah yang terlalu dekat atau terlalu jauh dari kamera, sebagian area wajah yang tertutup, penggunaan masker atau aksesori tertentu, serta kualitas kamera yang kurang memadai.

Apabila wajah pengguna yang sah tidak berhasil terdeteksi, sistem tidak dapat melanjutkan proses pembentukan embedding menggunakan ArcFace. Dengan demikian, proses pencocokan berbasis Cosine Similarity tidak dapat dilakukan. Dalam konteks biometrik, kondisi ini lebih tepat dikategorikan sebagai Failure to Detect atau Failure to Acquire (FTA), bukan sebagai kesalahan pencocokan wajah. Namun, dari sudut pandang operasional perpustakaan, kondisi tersebut dapat terlihat sebagai bentuk penolakan terhadap pengguna yang sah karena data kunjungan tidak tercatat pada percobaan pertama. Oleh karena itu, anomali visual berpotensi meningkatkan FRR secara operasional, meskipun algoritma pencocokan wajah belum sampai pada tahap pengambilan keputusan yang salah.

Selain menyebabkan kegagalan deteksi, anomali visual juga dapat menurunkan kualitas representasi fitur wajah. Citra wajah yang terlalu gelap, tidak sejajar, buram, atau hanya sebagian terlihat dapat menghasilkan embedding yang kurang stabil. Akibatnya, nilai similarity wajah pengguna yang sebenarnya valid dapat menurun hingga mendekati atau bahkan berada di bawah nilai threshold. Pada kondisi tersebut, sistem berpotensi menghasilkan false rejection, yaitu menolak pengguna yang sebenarnya terdaftar. Sebaliknya, FAR dapat terjadi apabila kualitas citra buruk, terdapat kemiripan visual yang tinggi antarindividu, atau proses alignment menghasilkan fitur wajah yang kurang diskriminatif sehingga wajah yang berbeda memperoleh nilai similarity melebihi ambang batas. Walaupun hasil pengujian awal menunjukkan bahwa nilai kemiripan wajah berbeda berada di bawah 60%, potensi FAR tetap perlu dianalisis lebih lanjut melalui skenario impostor testing yang lebih luas dan bervariasi.

Untuk meminimalkan potensi anomali tersebut, sistem perlu dilengkapi dengan beberapa strategi teknis. Strategi tersebut meliputi pengambilan beberapa frame secara berurutan sebelum sistem menetapkan keputusan akhir, validasi kualitas citra sebelum proses ekstraksi fitur, pengaturan posisi dan jarak kamera, penggunaan pencahayaan yang stabil, serta mekanisme pemindaian ulang ketika nilai similarity berada pada area ambang yang belum sepenuhnya pasti. Misalnya, pada rentang 60%–65%, sistem dapat mengarahkan pengguna untuk melakukan pemindaian ulang atau menampilkan status verifikasi manual kepada admin. Dengan pendekatan tersebut, sistem tidak langsung menerima atau menolak identitas pengguna ketika nilai kemiripan masih berada pada area abu-abu.

Dengan demikian, nilai threshold 65% dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai ambang batas awal yang efektif pada kondisi operasional normal. Nilai tersebut dipilih karena hasil pengujian awal menunjukkan bahwa nilai similarity wajah pengguna yang sama berada di atas ambang batas tersebut, sedangkan nilai similarity wajah berbeda berada di bawah 60%. Namun, penentuan threshold ini tetap memerlukan evaluasi lanjutan agar lebih kuat secara empiris, terutama apabila sistem diterapkan pada jumlah pengguna yang lebih

besar dan kondisi lingkungan yang lebih bervariasi. Pengujian lanjutan dapat dilakukan melalui threshold sweep pada beberapa nilai, misalnya 60%, 65%, 70%, dan 75%. Selanjutnya, hasilnya dapat dianalisis menggunakan kurva FAR–FRR, Equal Error Rate (EER), atau Receiver Operating Characteristic (ROC) curve. Evaluasi tersebut penting untuk memperoleh nilai threshold final yang mampu menyeimbangkan aspek keamanan, akurasi, dan kenyamanan pengguna dalam implementasi sistem perpustakaan cerdas.

F. Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing)

Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan metode *Black Box* Testing untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai kebutuhan. Skenario pengujian meliputi:

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Black Box

No	Modul/Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
1	Login Admin	Input username dan password valid	Dashboard berhasil ditampilkan	Berhasil
2	Face Detection	Kamera mendeteksi wajah pengguna	Wajah terdeteksi dan ditandai bounding box	Berhasil
3	Face Recognition	Pencocokan wajah dengan database	Identitas dikenali jika similarity $\geq 0,65$	Berhasil
4	Pencatatan Kunjungan	Wajah berhasil dikenali	Data kunjungan otomatis tersimpan	Berhasil
5	Riwayat Kunjungan	Akses data riwayat kunjungan	Riwayat tampil sesuai database	Berhasil

Berdasarkan Tabel 3, pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Proses deteksi dan pengenalan wajah berhasil dilakukan tanpa kesalahan fungsional. Selain itu, pencatatan kunjungan berlangsung secara otomatis ketika identitas dikenali, serta data riwayat kunjungan dapat ditampilkan dengan benar pada dashboard sistem. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional dan layak untuk diimplementasikan.

G. Hasil User Acceptance Testing (UAT)

UAT dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem. Responden merupakan pengguna yang telah mencoba sistem secara langsung di lingkungan perpustakaan. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert dengan indikator:

- 1) Kemudahan penggunaan
- 2) Kecepatan respon sistem
- 3) Keakuratan pengenalan wajah
- 4) Kepuasan keseluruhan

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil *User Acceptance Test* (UAT)

No	Variabel	Rata-Rata Skor	Persentase	Kategori
1	Kemudahan Proses	4,58	91,60%	Sangat Baik
2	Efisiensi	4,50	90,00%	Sangat Baik
3	Kenyamanan	4,45	89,07%	Sangat Baik
4	Keandalan	4,43	88,67%	Sangat Baik
5	Kelayakan	4,41	88,13%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4, hasil *User Acceptance Test* menunjukkan bahwa sistem memperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 4,47 dengan persentase 89,49%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Baik”. Variabel dengan nilai tertinggi adalah Kemudahan Proses dengan rata-rata 4,58 (91,60%), menunjukkan bahwa pengguna merasa sistem mudah digunakan dalam proses pencatatan kunjungan.

Variabel Efisiensi juga memperoleh nilai tinggi sebesar 90,00%, yang mengindikasikan bahwa sistem dinilai mampu mempercepat proses pencatatan dibandingkan metode manual. Sementara itu, variabel Keandalan dan Kelayakan tetap berada pada kategori sangat baik dengan nilai di atas 88%, yang menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan konsisten serta layak diterapkan di lingkungan perpustakaan kampus.

Secara keseluruhan, hasil UAT menunjukkan bahwa sistem dapat diterima dengan baik oleh pengguna dan dinilai efektif dalam mendukung digitalisasi pencatatan kunjungan perpustakaan.

H. Analisis dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *RetinaFace*, *ArcFace*, dan *Cosine Similarity* mampu menghasilkan sistem pencatatan kunjungan yang:

- 1) Otomatis
- 2) Minim intervensi manual
- 3) Lebih valid dibanding input teks
- 4) Stabil pada kondisi operasional normal

Keunggulan sistem terletak pada kemampuannya melakukan verifikasi kehadiran fisik secara langsung. Hal ini mengurangi potensi manipulasi data kunjungan yang dapat terjadi pada sistem berbasis input manual. Namun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan, antara lain:

- 1) Sensitivitas terhadap pencahayaan ekstrem
- 2) Ketergantungan pada kualitas kamera
- 3) Belum mendukung multi-face detection simultan dalam satu frame

Secara keseluruhan, sistem menunjukkan performa yang layak untuk diimplementasikan sebagai sistem pendukung *Smart Library* dan mendukung transformasi digital dalam kerangka *Smart Campus*.

IV. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, dapat disimpulkan bahwa *Smart Library Visit System* berbasis *Face Recognition* berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan kunjungan perpustakaan melalui validasi identitas otomatis. Integrasi metode *RetinaFace*, *ArcFace*, dan *Cosine Similarity* mampu menghasilkan sistem dengan tingkat keberhasilan identifikasi sebesar 100% pada 89 data uji, dengan rata-rata similarity sebesar 90,74%. Hasil pengujian fungsional menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai rancangan, sedangkan hasil *User Acceptance Test* dengan persentase rata-rata 89,49% dalam kategori “Sangat Baik” mengindikasikan bahwa sistem diterima dengan baik oleh pengguna. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Face Recognition* sebagai stand-alone complementary system memiliki peran penting dalam mendukung transformasi digital layanan perpustakaan dan implementasi konsep *Smart Campus*. Meskipun sistem menunjukkan performa yang stabil pada kondisi pengujian, pengembangan lebih lanjut tetap diperlukan untuk meningkatkan ketahanan terhadap variasi pencahayaan ekstrem dan sudut wajah yang lebih kompleks. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada integrasi langsung dengan sistem e-Library yang telah ada, pengujian dengan jumlah data yang lebih besar, serta optimalisasi performa pada perangkat dengan spesifikasi rendah. Pengembangan fitur multi-face detection dan peningkatan keamanan data biometrik juga menjadi aspek penting untuk menyempurnakan sistem di masa mendatang.

Daftar Pustaka

- [1] A. Fitria and A. A. Aziz, “Development of school library information system in remote areas in Indonesia: Analysis of technology readiness and its impact,” *International Journal of Social Science and Human Research*, vol. 8, no. 1, pp. 772–777, Jan. 2025, doi: 10.47191/ijsshr/v8-i1-97.
- [2] E. B. Ayo, R. N. Jotic, A. Raqueño, J. V. G. Loresca, I. F. Mendoza, and P. V. M. Baroña, “Development of an integrated library management system (iLMS),” *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, vol. 17, no. 10, pp. 242–256, May 2023, doi: 10.3991/ijim.v17i10.37509.
- [3] Suryani and N. M. Yandriswan, “Digitalisasi sistem perpustakaan multi level akses berbasis web: Studi kasus SMA Negeri 04 Makassar,” *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 9, no. 2, pp. 201–206, Feb. 2023, doi: 10.33795/jip.v9i2.1238.
- [4] A. I. Awodeyi, O. A. Ibok, I. Omokaro, J. U. Ekwemuka, and M. O. Ighofiomoni, “Effective preprocessing techniques for improved facial recognition under variable conditions,” *Franklin Open*, vol. 10, p. 100225, 2025, doi: 10.1016/j.fraope.2025.100225.
- [5] M. Iqbal, I. Sari, and A. Ramadhanu, “Implementasi pengolahan citra digital dalam pengenalan wajah menggunakan contrast stretching dan algoritma Viola Jones,” *The Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 2, pp. 3015–3027, Apr. 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i2.3660.
- [6] K. D. Anggara, D. P. Kartikasari, and F. A. Bakhtiar, “Implementasi algoritma MTCNN dalam mekanisme autentikasi berbasis pengenalan wajah,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 8, pp. 3613–3621, 2023.
- [7] J. Deng, J. Guo, E. Ververas, I. Kotsia, and S. Zafeiriou, “RetinaFace: Single-shot multi-level face localisation in the wild,” in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2020, pp. 5202–5211, doi: 10.1109/CVPR42600.2020.00525.
- [8] H. Murdani, E. L. Bella, and A. Fatwanto, “Merancang sistem keamanan berbasis face recognition pada layanan sirkulasi perpustakaan,” *Daluang: Journal of Library and Information Science*, vol. 4, no. 2, pp. 82–96, Nov. 2024, doi: 10.21580/daluang.v4i2.2024.21976.
- [9] C. Oinar, B. M. Le, and S. S. Woo, “KappaFace: Adaptive additive angular margin loss for deep face recognition,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 137138–137150, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3338648.

- [10] M. G. Pradana, N. Irzavika, and N. Maulana, "Deteksi kemiripan dokumen menggunakan cosine similarity berdasarkan representasi teks Count Vectorizer dan TF-IDF," *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, vol. 7, no. 2, pp. 40–47, Dec. 2024, doi: 10.21927/ijubi.v7i2.5170.
- [11] J. Zhou, J. Ning, X. Chen, and P. Yin, "A smart library system design scheme based on artificial intelligence and Internet of Things technology," in *Proceedings of the 6th International Conference on Educational Technology Management (ICETM 2023)*, 2023, pp. 23–28, doi: 10.1145/3637907.3637949.
- [12] M. Ravikanth, B. Hitesh, and K. B. Krishna, "Library attendance for students with face recognition," *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, vol. 4, no. 2, pp. 1346–1349, 2018.
- [13] Y. M. Cani, H. Hannie, and A. A. Ridha, "Pengujian black box testing pada sistem pendukung keputusan penerima beasiswa di SMK Tarbiyatul Ulum Karawang," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 9, no. 9, pp. 754–760, 2023, doi: 10.5281/zenodo.8084698.
- [14] M. A. Puspita, M. Mardiana, R. Ariesta, and M. A. Muhammad, "User acceptance testing dan performance testing pada pengembangan website Kanal Pengetahuan Dikti," *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 96–101, 2025, doi: 10.26740/jieet.v8n2.p96-101.
- [15] I. Ikmal, M. Masnur, and H. Hamra, "Absensi perpustakaan pengenalan wajah berbasis Open Computer Vision," *Jurnal Sintaks Logika*, vol. 5, no. 1, pp. 82–92, Jan. 2025, doi: 10.31850/jsilog.v5i1.3604.