

IMPLEMENTASI ALGORITMA FACE RECOGNITION MENGUNAKAN FACE-API.JS PADA SISTEM VERIFIKASI SIM DIGITAL

Theis Huyo Rooney Bakar^{1*}, Alz Danny Wowor²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

Email: ^{1*}theisbakar2003@gmail.com, ²alzdanny.wowor@uksw.edu

(* : coresponding author)

Abstrak- Digitalisasi Surat Izin Mengemudi (SIM) melalui aplikasi SINAR di Indonesia menghadirkan tantangan baru terkait keakuratan verifikasi identitas. Sistem verifikasi konvensional yang mengandalkan pemeriksaan visual dokumen fisik rentan terhadap pemalsuan dan manipulasi data. Proses verifikasi manual memerlukan waktu lama dan tidak memberikan tingkat akurasi yang konsisten. Kebutuhan sistem verifikasi yang lebih aman dan efisien menjadi mendesak untuk mencegah penyalahgunaan data SIM. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Informasi SIM Digital berbasis web dengan mengimplementasikan algoritma *face recognition* menggunakan FACE-API.JS. Sistem dirancang untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi verifikasi identitas pemegang SIM melalui teknologi biometrik wajah. Implementasi menggunakan pendekatan *waterfall* yang mencakup analisis, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Proses verifikasi dilakukan melalui tiga tahapan terintegrasi. *Face detection* mendeteksi keberadaan wajah dalam video *stream real-time*. *Face landmark detection* mengidentifikasi titik-titik kunci wajah dengan presisi tinggi. *Face matching* membandingkan fitur wajah dengan data biometrik database menggunakan *threshold similarity* 0.5. Sistem menggunakan *TinyFaceDetector* untuk deteksi cepat dan ResNet-34 untuk ekstraksi fitur akurat. *Backend* dibangun dengan PHP dan database MySQL untuk menyimpan data biometrik secara aman. Pengujian sistem menggunakan 5 subjek wajah dalam 30 skenario menunjukkan performa optimal. Sistem mencapai akurasi 86.7% dengan *precision* 80%, *recall* 80%, dan *specificity* 90%. Pengujian berbagai kondisi pencahayaan dan sudut wajah menunjukkan sistem bekerja optimal pada jarak 0.5-1 meter. Waktu rata-rata verifikasi 2.3 detik per transaksi dengan *response time* konsisten. Sistem ini memberikan kontribusi signifikan sebagai solusi teknologi untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi verifikasi identitas SIM Digital. Implementasi biometrik wajah dengan *threshold* 0.5 terbukti mengurangi risiko pemalsuan dan mempercepat proses verifikasi dibandingkan metode konvensional.

Kata Kunci: SIM Digital, Deteksi Wajah, Verifikasi Biometrik, Berbasis web, Face-API.js

Abstract- *The digitalization of Driver's License (SIM) through the SINAR application in Indonesia presents new challenges regarding identity verification accuracy. Conventional verification systems relying on visual examination of physical documents are vulnerable to forgery and data manipulation. Manual verification processes require considerable time and cannot provide consistent accuracy levels. The need for more secure and efficient verification systems becomes urgent to prevent misuse of driver's license data. This research aims to develop a web-based Digital Driver's License Information System by implementing face recognition algorithms using FACE-API.JS. The system is designed to enhance security and efficiency in driver's license holder identity verification through facial biometric technology. Implementation uses a waterfall approach encompassing analysis, design, implementation, testing, and maintenance phases. The verification process is conducted through three integrated stages. Face detection identifies facial presence in real-time video streams. Face landmark detection identifies key facial points with high precision. Face matching compares facial features with biometric database data using a similarity threshold of 0.5. The system utilizes TinyFaceDetector for rapid detection and ResNet-34 for accurate feature extraction. The backend is built with PHP and MySQL database for secure biometric data storage. System testing using 5 facial subjects in 30 scenarios demonstrates optimal performance. The system achieves 86.7% accuracy with 80% precision, 80% recall, and 90% specificity. Testing under various lighting conditions and facial angles shows the system works optimally at 0.5-1 meter distance. Average verification time is 2.3 seconds per transaction with consistent response time. This system provides significant contribution as a technological solution to enhance security and efficiency of Digital Driver's License identity verification. Facial biometric implementation with 0.5 threshold proves to reduce forgery risks and accelerate verification processes compared to conventional methods.*

Keywords: Digital Driver's License, Face Recognition, Biometric Verification, Web-Based, Face-API.js

1. PENDAHULUAN

Surat Izin Mengemudi (SIM) merupakan dokumen identitas penting yang wajib dimiliki oleh pengendara kendaraan bermotor untuk memastikan kemampuan mengemudikan kendaraan secara aman dan benar[1]. Digitalisasi SIM telah menjadi bagian dari transformasi layanan publik yang bertujuan meningkatkan efisiensi, kemudahan akses, dan transparansi pelayanan kepada masyarakat[2][3]. Di Indonesia, transformasi digital melalui aplikasi SIM Nasional Presisi (SINAR) telah mengubah proses bisnis penerbitan SIM dengan memungkinkan perpanjangan secara daring[4].

Namun, digitalisasi ini menghadirkan tantangan baru terkait keakuratan dan keandalan verifikasi identitas untuk mencegah penyalahgunaan dan pemalsuan data. Teknologi *face recognition* menjadi solusi yang relevan karena memungkinkan identifikasi berdasarkan ciri khas wajah yang unik dan sulit dipalsukan, sehingga dapat meningkatkan

keakuratan dan keamanan verifikasi SIM Digital[5]. Berbagai metode pengenalan wajah telah digunakan untuk meningkatkan akurasi sistem dalam aplikasi keamanan dan layanan publik[6].

Penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas teknologi ini dalam berbagai skenario. Peneliti menunjukkan bahwa Face-API.js dan algoritma *Euclidean Distance* dapat mencapai akurasi deteksi 95,71% dan pengenalan 100% untuk sistem kontrol akses[7]. Penelitian lain mengembangkan sistem verifikasi SIM berbasis pengenalan wajah yang terhubung dengan sistem lalu lintas, meningkatkan efisiensi dan keamanan secara real-time[8]. Penerapan Face-API.js dan CNN(*Convolutional Neural Network*) dalam sistem kehadiran daring mencapai akurasi 100%[9], sementara sistem absensi berbasis Face-API.js berhasil mengenali hingga tujuh siswa sekaligus dengan notifikasi *real-time*[10].

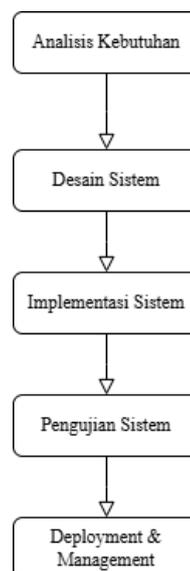
Meskipun berbagai studi telah menunjukkan potensi Face-API.js dalam aplikasi pengenalan wajah, masih terdapat kesenjangan penelitian yang perlu diatasi dalam konteks implementasi sistem verifikasi SIM Digital Indonesia. Pertama, belum ada penelitian yang secara komprehensif mengintegrasikan Face-API.js dengan sistem verifikasi SIM Digital yang mempertimbangkan kondisi operasional spesifik seperti variasi jarak, pencahayaan, dan sudut wajah. Kedua, penelitian sebelumnya umumnya dilakukan dalam lingkungan terkontrol, sementara implementasi SIM Digital memerlukan evaluasi pada berbagai skenario real-world yang dinamis. Ketiga, belum ada pengembangan sistem verifikasi SIM Digital berbasis web yang dapat beroperasi tanpa perangkat keras khusus namun tetap mempertahankan tingkat akurasi memadai untuk aplikasi keamanan. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya penelitian untuk mengembangkan solusi yang praktis dan dapat diandalkan dalam implementasi SIM Digital di Indonesia.

Face-API.js yang berbasis TensorFlow.js menjadi pilihan tepat untuk pengembangan sistem verifikasi SIM Digital berbasis web karena kemampuannya melakukan *face detection*, *face landmark detection*, dan *face matching* secara *real-time* di *browser* tanpa perangkat keras khusus[11]. Face-API.js menggunakan model *deep learning* seperti *TinyFaceDetector* dan ResNet-34 yang terbukti efektif dalam pengenalan wajah secara akurat dan responsif[12].

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan algoritma *face recognition* menggunakan Face-API.js pada sistem verifikasi SIM Digital berbasis web dan bagaimana performa serta keandalannya dalam meningkatkan keakuratan proses verifikasi identitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem verifikasi SIM Digital berbasis web dengan mengimplementasikan algoritma *face recognition* menggunakan Face-API.js serta mengevaluasi performa dan keandalan sistem dalam meningkatkan keakuratan proses verifikasi identitas SIM Digital. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem verifikasi identitas digital yang aman, efisien, dan andal di Indonesia, khususnya dalam mendukung digitalisasi layanan SIM yang lebih modern dan terpercaya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Waterfall* dapat di lihat pada Gambar 1. Metode ini dipilih karena memiliki pendekatan sistematis dan berurutan dalam pengembangan sistem [13]. Setiap fase dalam metode *Waterfall* harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke fase berikutnya, sehingga meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi [14].



Gambar 1. Metode penelitian (*waterfall*)

2.1 Analisis Kebutuhan

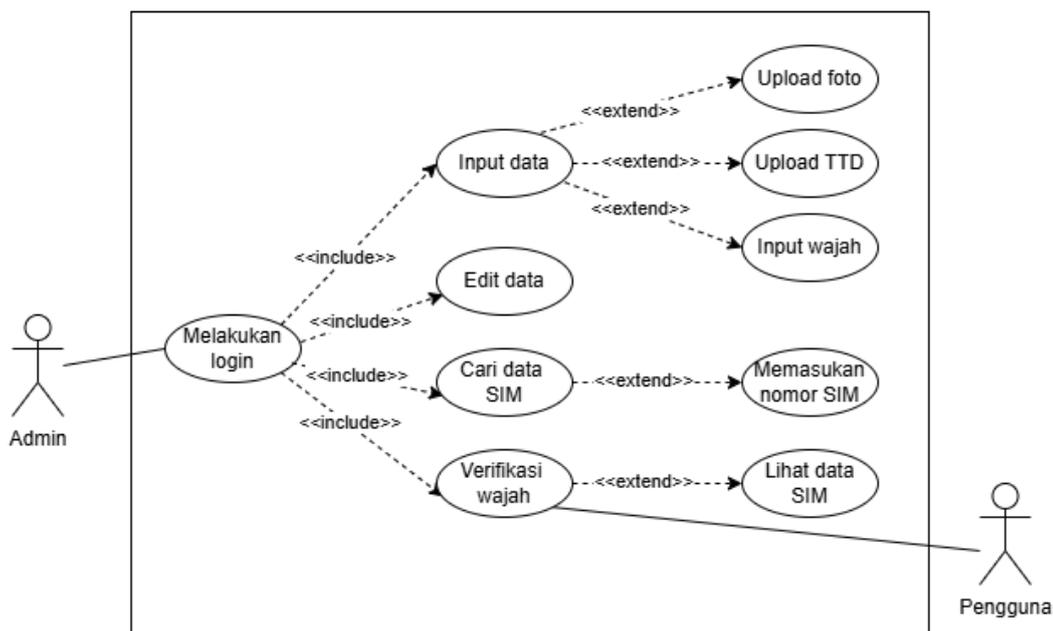
Tahap pertama merupakan proses pengumpulan informasi secara lengkap kemudian dianalisis dan didefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem yang akan dikembangkan. Fase ini harus dikerjakan secara lengkap untuk menghasilkan desain yang lengkap. Kebutuhan sistem meliputi kebutuhan fungsional seperti fitur *face recognition*, manajemen data SIM, dan verifikasi identitas, serta kebutuhan non-fungsional seperti keamanan sistem dan performa.

2.2 Desain Sistem

Desain sistem dilakukan setelah analisis kebutuhan selesai dikumpulkan secara lengkap. Tahap ini fokus pada perancangan struktur data, arsitektur sistem, representasi *interface*, dan prosedur pengkodean. Proses ini menterjemahkan syarat kebutuhan ke sebuah perancangan yang dapat diperkirakan sebelum dimulai pengkodean. Desain yang dibuat menggunakan (*Unified Modeling Language*)UML meliputi *Use Case Diagram* untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem, *Activity Diagram* untuk alur proses verifikasi identitas, dan *Class Diagram* untuk struktur database.

2.2.1 Use case diagram, activity diagram, dan ERD (Entity Relationship Diagram)

Use case diagram sistem yang dirancang ditampilkan pada Gambar 2. Pada sistem ini terdapat dua aktor yaitu admin dan pemohon SIM/Pengguna. Admin dalam hal ini sebagai pengguna yang dapat melakukan *login* untuk memasuki sistem. Dalam sistem, Admin dapat melakukan input data, edit data, cari data SIM, dan verifikasi wajah. Pada proses input data terdapat beberapa *extend* yaitu *upload* foto, *upload* TTD, dan input wajah. Sementara pada proses cari data SIM memiliki *extend* untuk memasukkan nomor SIM. Proses verifikasi wajah memiliki *extend* untuk melihat data SIM. Semua akses admin memerlukan *login* terlebih dahulu yang ditunjukkan dengan relasi *include*. Identifikasi *use case* disajikan pada Tabel 1.

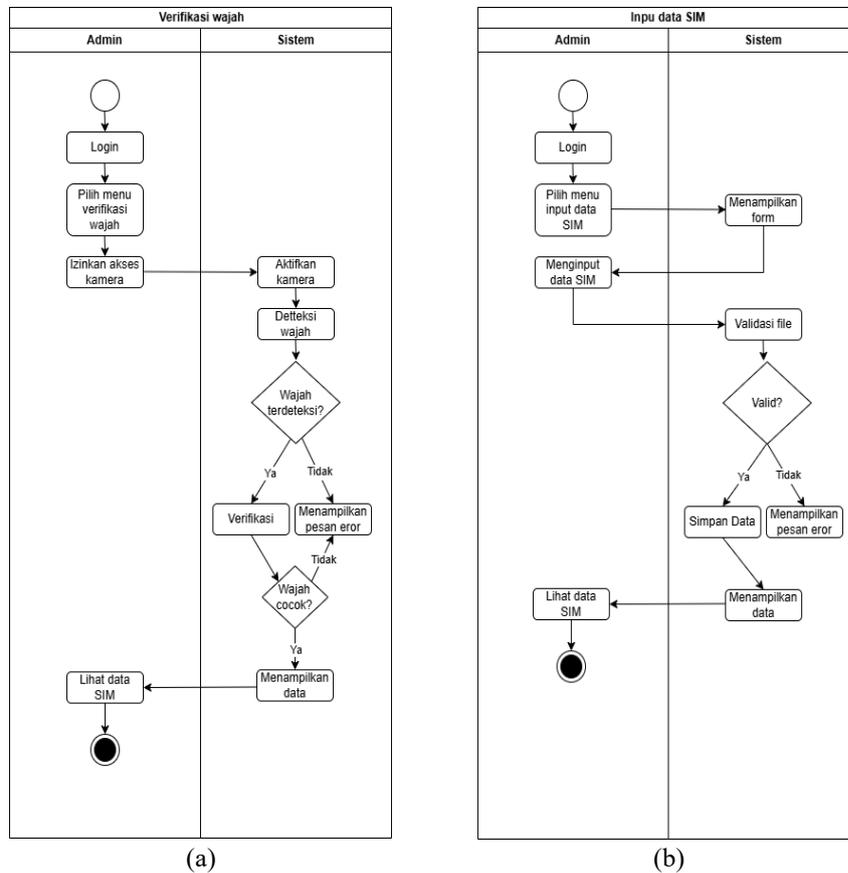


Gambar 2. Use Case diagram

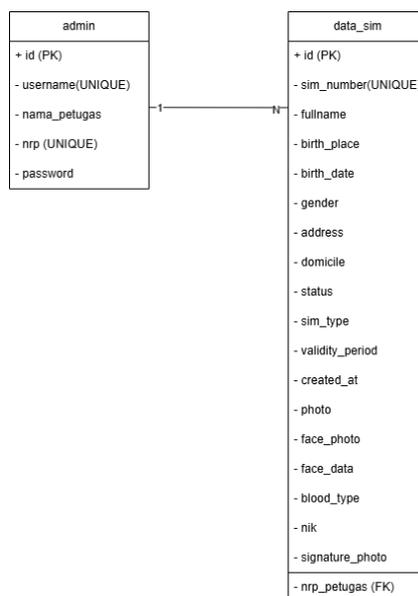
Tabel 1. Identifikasi Use Case

No	Use Case	Deskripsi
1	Melakukan login	Proses autentikasi admin untuk masuk sistem
2	Input data	Proses memasukkan data SIM baru
3	Upload foto	Proses mengunggah foto pemohon
4	Upload TTD	Proses mengunggah tanda tangan
5	Input wajah	Proses capture wajah pemohon
6	Edit data	Proses mengubah data SIM
7	Cari data SIM	Proses pencarian data berdasarkan nomor SIM
8	Verifikasi wajah	Proses pencocokan wajah dengan data
9	Lihat data SIM	Proses menampilkan data SIM

Gambar 3 menunjukkan *activity* diagram sistem verifikasi SIM digital. Diagram (a) menggambarkan proses verifikasi wajah oleh pengguna, sedangkan diagram (b) menunjukkan proses input data SIM oleh admin. Setiap diagram membagi aktivitas antara aktor dan sistem untuk menjelaskan alur interaksi yang terjadi. Adapun pada Gambar 4 *Entity Relationship Diagram (ERD)* dari sistem SIM Digital terdiri dari dua entitas, yaitu admin dan data_sim.



Gambar 3. *Activity* diagram, a) Verifikasi wajah, b) Inpu data SIM



Gambar 4. *Entity Relationship Diagram (ERD)*

2.3 Implementasi Sistem

Tahap ketiga merupakan proses menterjemahkan desain ke dalam kode program. Hasil dari tahap ini adalah program komputer sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain. Implementasi dilakukan dengan mengembangkan frontend menggunakan HTML, CSS3, dan JavaScript untuk antarmuka pengguna. *Backend* sistem dikembangkan menggunakan PHP dengan *framework* yang sesuai. Implementasi face recognition menggunakan library *face-api.js* yang diintegrasikan dengan sistem utama. *Database* diimplementasikan menggunakan MySQL untuk penyimpanan data. Sistem menggunakan *threshold similarity* sebesar 0.5 untuk menentukan kecocokan wajah. Nilai *threshold* ini dipilih berdasarkan keseimbangan antara akurasi deteksi dan minimalisasi *false positive*. Jika nilai *similarity* hasil face matching lebih dari 0.5, maka wajah dianggap cocok dengan data yang tersimpan di *database*. Sebaliknya, jika nilai *similarity* kurang dari 0.5, maka wajah dianggap tidak cocok atau tidak terdaftar.

2.3.1 Verifikasi Wajah

Proses verifikasi wajah pada sistem ini dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu: deteksi wajah, ekstraksi ciri wajah, dan pencocokan wajah. Berikut penjelasan lengkap setiap tahap:

a. Deteksi Wajah (*Face Detection*)

Pada tahap ini, sistem menggunakan model *TinyFaceDetector* dari library *face-api.js* untuk mendeteksi keberadaan wajah pada gambar yang diambil dari *webcam*. Model ini dipilih karena ringan dan cepat sehingga cocok untuk aplikasi *real-time* di *browser*. Potongan kode deteksi wajah menggunakan *face-api.js*:

```
const detections = await faceapi.detectAllFaces(
  video,
  new faceapi.TinyFaceDetectorOptions()
).withFaceLandmarks();
```

Kode di atas akan mendeteksi semua wajah yang muncul pada video *webcam* dan mengambil titik-titik landmark wajah.

b. Ekstraksi Ciri Wajah (*Face Landmark Detection*)

Setelah wajah terdeteksi, sistem mengekstrak ciri khas wajah (*face descriptor*) menggunakan model *FaceRecognitionNet*. Proses ini menghasilkan vektor numerik berdimensi 128 yang merepresentasikan karakteristik unik setiap wajah. Potongan kode ekstraksi ciri wajah:

```
const detection = await faceapi.detectSingleFace(
  canvas,
  new faceapi.TinyFaceDetectorOptions()
)
.withFaceLandmarks()
.withFaceDescriptor();
```

Hasil dari proses ini adalah *face descriptor* yang akan digunakan untuk proses pencocokan wajah.

c. Pencocokan Wajah (*Face Matching*)

Face descriptor yang dihasilkan pada tahap sebelumnya kemudian dikirim ke *backend (server)* untuk dibandingkan dengan data wajah yang sudah tersimpan di *database*. Proses pencocokan dilakukan dengan menghitung jarak *Euclidean* antara *face descriptor* baru dengan setiap *face descriptor* yang ada di basis data. Rumus *Euclidean Distance*:

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)[15]$$

Keterangan:

- d = jarak *Euclidean* antara dua vektor fitur n
- n = jumlah dimensi (fitur) dalam vektor i
- i = indeks posisi fitur ke- i dalam vektor, mulai dari 1 sampai n
- x_i = nilai fitur ke- i dari vektor pertama
- y_i = nilai fitur ke- i dari vektor kedua

Potongan kode PHP untuk menghitung jarak *Euclidean*:

```
$distance = 0;
for ($i = 0; $i < count($newFaceDescriptor); $i++) {
    $diff = $newFaceDescriptor[$i] - $storedFaceData[$i];
    $distance += $diff * $diff;
}
$distance = sqrt($distance);
```

Jika nilai jarak (*distance*) yang dihasilkan kurang dari *threshold* yang telah ditentukan, maka wajah dianggap cocok dan verifikasi berhasil. Jika tidak, maka verifikasi dinyatakan gagal.

2.4 Pengujian Sistem

Setelah proses pengkodean selesai, dilanjutkan dengan pengujian sistem *black box*. Pengujian fokus pada perangkat lunak secara *logic* dan fungsional serta memastikan bahwa semua bagian sudah diuji. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan dan memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan[16]. Pengujian meliputi uji fungsionalitas sistem dan pengujian terhadap jarak untuk melakukan verifikasi.

2.4.1 Desain Pengujian

Pengujian dirancang menggunakan 5 subjek berbeda yang terdiri dari 1 subjek terdaftar dalam database (Wajah 1) sebagai kontrol positif dan 4 subjek tidak terdaftar (Wajah 2-5) sebagai kontrol negatif. Setiap subjek diuji dalam berbagai skenario untuk mengukur robustness sistem terhadap variasi kondisi real-world.

- Pengujian Jarak: Variasi jarak 0.5m, 1m, 1.5m, dan 2m untuk menentukan batasan efektif sistem verifikasi
- Variasi Pencahayaan: Kondisi cahaya normal, terang, dan redup untuk menguji adaptabilitas terhadap perubahan lingkungan
- Variasi Sudut Wajah: Pose *frontal*, miring kiri, dan miring kanan untuk mengukur kemampuan deteksi pada berbagai orientasi wajah.

2.4.2 Metrik Evaluasi

Evaluasi sistem menggunakan *confusion matrix* dengan empat kategori klasifikasi:

- True Positive (TP)*: Wajah terdaftar berhasil dikenali dan diverifikasi
- True Negative (TN)*: Wajah tidak terdaftar berhasil ditolak sistem
- False Positive (FP)*: Wajah tidak terdaftar salah dikenali sebagai wajah terdaftar
- False Negative (FN)*: Wajah terdaftar gagal dikenali sistem

Total pengujian dilakukan terhadap 30 skenario dengan kriteria keberhasilan verifikasi berdasarkan *threshold* yang telah ditentukan. Dari hasil *confusion matrix* akan dihitung metrik akurasi, presisi, recall, dan spesifisitas untuk mengevaluasi kinerja keseluruhan sistem.

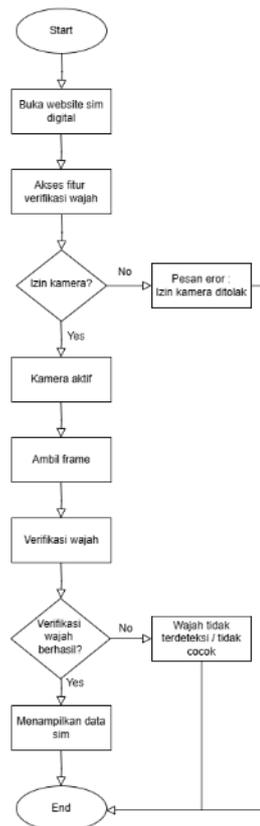
2.5 Deployment and management

Tahap kelima merupakan tahap penerapan sistem yang telah selesai dibangun dan diuji. Sistem diterapkan pada *server* yang telah disiapkan dan dilakukan pemeliharaan berkala untuk memastikan sistem tetap berjalan optimal. *Maintenance* meliputi perbaikan *error* yang tidak ditemukan pada tahap pengujian, peningkatan layanan sistem, dan penambahan fitur-fitur yang dibutuhkan.

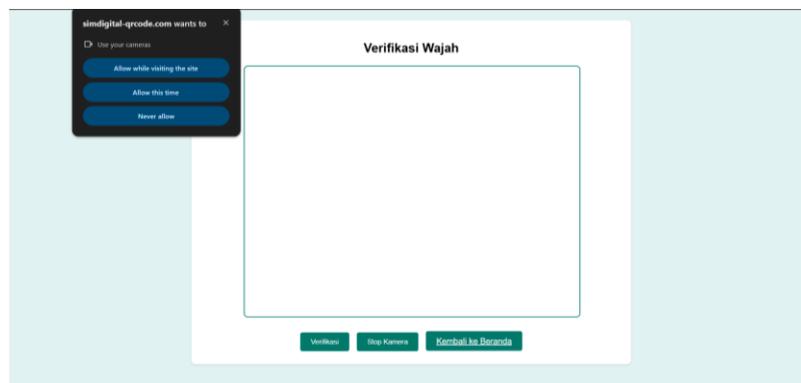
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Proses deteksi wajah merupakan tahap awal yang krusial dalam sistem verifikasi identitas. Gambar 5 menunjukkan arsitektur proses deteksi wajah pada sistem. Arsitektur pada Gambar 5 menunjukkan alur proses deteksi wajah dimulai dari input kamera pengguna hingga menghasilkan *output* berupa area wajah yang terdeteksi. Proses ini memanfaatkan model *TinyFaceDetector* yang menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)* ringan dan telah diimplementasikan dalam *face-api.js*. Proses deteksi wajah dimulai saat pengguna mengakses halaman verifikasi identitas. Sistem akan meminta izin akses kamera seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

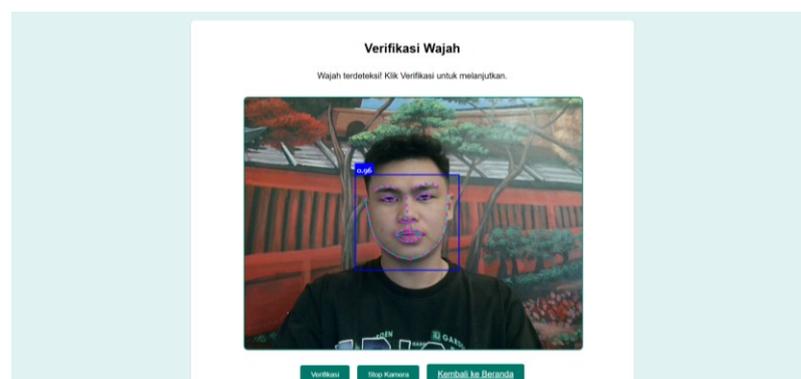


Gambar 5. Flowchart proses deteksi wajah



Gambar 6. Permintaan izin kamera

Gambar 6 memperlihatkan tampilan sistem saat meminta izin penggunaan kamera kepada pengguna. Setelah pengguna memberikan izin, kamera akan aktif dan sistem mulai melakukan proses deteksi wajah secara *real-time*.



Gambar 7. Proses verifikasi wajah

Pada Gambar 7 dapat dilihat hasil deteksi wajah yang ditandai dengan *bounding box* berwarna biru di sekitar area wajah. Selain itu, sistem juga menampilkan titik-titik *landmark* wajah yang terdiri dari 68 titik referensi. Titik-titik ini membentuk garis yang menandai fitur-fitur penting wajah seperti kontur wajah (*face contour*), mata (*eyes*), hidung (*nose*), dan mulut (*mouth*). *Bounding box* dan titik *landmark* ini mengindikasikan bahwa sistem telah berhasil mendeteksi keberadaan wajah dan mengidentifikasi fitur-fitur wajah yang akan digunakan dalam proses ekstraksi karakteristik untuk verifikasi identitas.

Setelah wajah terdeteksi, *face-api.js* secara otomatis melakukan proses ekstraksi fitur wajah. Seperti yang terlihat pada Gambar 7, sistem mengidentifikasi fitur-fitur penting wajah menggunakan 68 titik *landmark*. Titik-titik ini membentuk pola yang menandai:

- a. Kontur wajah (17 titik)
- b. Alis mata (10 titik)
- c. Mata (12 titik)
- d. Hidung (9 titik)
- e. Mulut (20 titik)

Titik-titik *landmark* ini digunakan oleh *face-api.js* untuk mengekstrak karakteristik unik wajah yang kemudian dikonversi menjadi *face descriptor*. *Face descriptor* ini berupa data numerik yang akan digunakan dalam proses pencocokan wajah pada tahap verifikasi identitas.

Setelah sistem berhasil mengekstrak fitur wajah, tahap terakhir adalah proses pencocokan dan verifikasi identitas. Proses ini membandingkan *face descriptor* dari wajah yang terdeteksi dengan data wajah yang tersimpan dalam *database* SIM digital.



Gambar 8. Tampilan data sim

Pada Gambar 8 dapat dilihat hasil dari proses verifikasi identitas. Ketika sistem menemukan kecocokan antara wajah yang terdeteksi dengan data di database, sistem akan menampilkan data SIM digital yang sesuai. Proses pencocokan ini menggunakan metode perbandingan *face descriptor*, di mana sistem akan menghitung tingkat kemiripan antara dua *descriptor*. Jika tingkat kemiripan memenuhi *threshold* yang ditentukan, maka verifikasi dinyatakan berhasil.

3.2 Hasil Pengujian Sistem

Pada bagian ini disajikan hasil pengujian yang telah dilakukan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelayakan fungsionalitas dari sistem yang dibangun, sehingga nantinya dapat disimpulkan apakah sistem perlu dilakukan perbaikan atau sudah layak untuk digunakan. Adapun pengujian sistem yang dilakukan pada sistem yang dibangun adalah pengujian *black box*.

Pengujian digunakan untuk memvalidasi setiap fungsionalitas yang terdapat pada sistem dapat berjalan dengan tepat. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2. Secara umum, seluruh pengujian pada setiap fungsi telah berhasil dilakukan dan setiap fungsi dapat bekerja dengan baik.

Tabel 2. Pengujian Fungsionalitas

Fungsi yang diuji	Skenario	Hasil yang diharapkan	Status
Login admin	Input <i>username & password</i> benar	Masuk ke <i>dashboard</i>	Valid
Login admin	Input <i>username & password</i> salah	Muncul pesan <i>error</i>	Valid
Input data SIM	Input semua data lengkap	Data tersimpan	Valid
Input Data SIM	Input data tidak lengkap	Muncul validasi <i>error</i>	Valid
Lihat daftar semua data SIM	Menekan tombol lihat semua data	Menampilkan semua data SIM	Valid
Lihat data SIM	Menekan tombol lihat di data SIM yang di pilih	Menampilkan data SIM yang di pilih	Valid

Fungsi yang diuji	Skenario	Hasil yang diharapkan	Status
Upload foto	Upload foto valid (jpg/png <10MB)	Foto tersimpan	Valid
Upload foto	Upload file >10MB	Muncul pesan <i>error</i> ukuran	Valid
Upload TTD	Upload TTD valid	TTD tersimpan	Valid
Edit data SIM	Update data yang ada	Data berhasil diperbarui	Valid
Hapus data SIM	Menekan tombol hapus di data SIM yang di pilih	Data SIM yang dipilih terhapus	Valid
Cari data SIM	Input nomor SIM valid	Data ditemukan & ditampilkan	Valid
Cari data SIM	Input nomor SIM invalid	Muncul pesan tidak ditemukan	Valid
Verifikasi wajah	Melakukan verifikasi wajah	Data ditemukan & ditampilkan	Valid
Log Out	Menekan tombol <i>log out</i>	Sukses melakukan <i>log out</i>	Valid

Tabel 3 menampilkan hasil pengujian terhadap Wajah 1 yang terdaftar dalam *database* sistem. Dari 10 skenario pengujian, sistem berhasil mengenali dan memverifikasi wajah pada 8 kondisi (TP) dan gagal pada 2 kondisi yaitu saat jarak 1.5m dan 2m (FN). Kegagalan pada jarak jauh menunjukkan bahwa sistem memiliki batasan efektif deteksi sekitar 1 meter. Sistem menunjukkan performa baik pada variasi pencahayaan dan sudut wajah, dengan tingkat keberhasilan 80% untuk verifikasi positif.

Tabel 3. Hasil Pengujian Verifikasi Positif(Wajah Terdaftar)

No	Subjek	Skenario	Kondisi	Hasil Sistem	Status	Kategori	Keterangan
1	Wajah 1	Pengujian jarak (Meter)	0.5 M	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan, wajah terdeteksi
2	Wajah 1	Pengujian jarak (Meter)	1 M	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan, wajah terdeteksi
3	Wajah 1	Pengujian jarak (Meter)	1.5 M	Gagal	Tidak dikenali	FN	Wajah terdeteksi tapi tidak berhasil verifikasi
4	Wajah 1	Pengujian jarak (Meter)	2 M	Gagal	Tidak dikenali	FN	Wajah tidak terdeteksi
5	Wajah 1	Variasi Pencahayaan	Cahaya Normal	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan
6	Wajah 1	Variasi Pencahayaan	Cahaya Terang	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan
7	Wajah 1	Variasi Pencahayaan	Cahaya Redup	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan
8	Wajah 1	Variasi Sudut	Wajah Frontal	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan
9	Wajah 1	Variasi Sudut	Miring kiri	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan
10	Wajah 1	Variasi Sudut	Miring kanan	Berhasil	Dikenali	TP	Data SIM ditampilkan

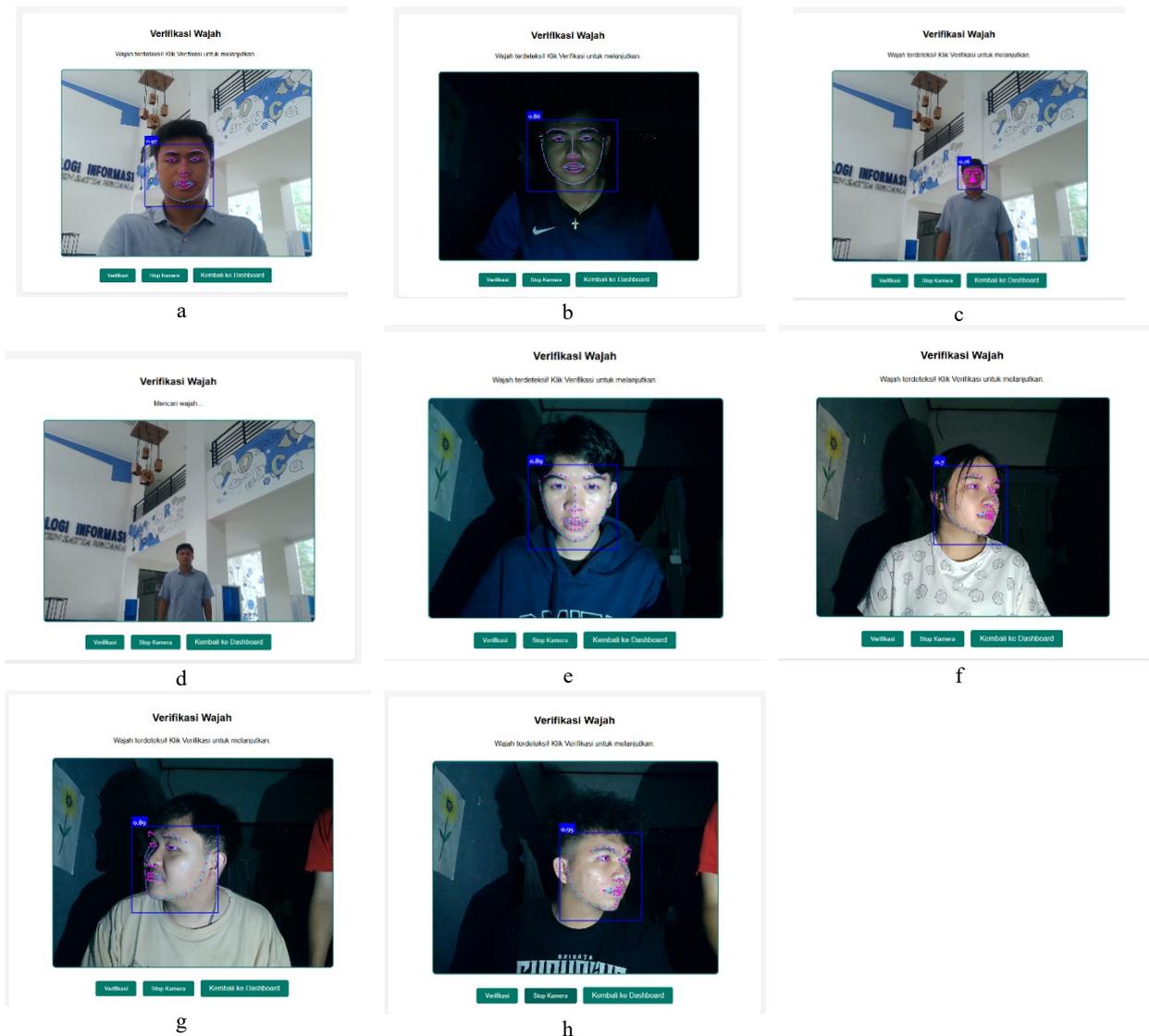
Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian terhadap 4 wajah yang tidak terdaftar dalam *database* (Wajah 2-5). Dari 20 skenario pengujian, sistem berhasil menolak 18 wajah tidak terdaftar (TN) dan melakukan 2 kesalahan pengenalan (FP). Kesalahan terjadi pada kondisi pencahayaan normal untuk Wajah 2 dan Wajah 3, menunjukkan adanya kemiripan fitur yang menyebabkan sistem salah mengidentifikasi. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan kemampuan diskriminasi yang baik dengan tingkat keberhasilan 90% dalam menolak wajah tidak terdaftar.

Tabel 4. Hasil Pengujian Verifikasi Negatif (Wajah Tidak Terdaftar)

No	Subjek	Skenario Pengujian	Kondisi	Hasil Sistem	Status	Kategori	Keterangan
11	Wajah 2	Verifikasi Negatif	Cahaya Normal	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
12	Wajah 2	Verifikasi Negatif	Cahaya Terang	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
13	Wajah 2	Verifikasi Negatif	Cahaya Redup	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
14	Wajah 2	Verifikasi Negatif	Miring Kiri	Berhasil	Salah Dikenali	FP	Data SIM salah tampil
15	Wajah 2	Verifikasi Negatif	Miring Kanan	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
16	Wajah 3	Verifikasi Negatif	Cahaya Normal	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
17	Wajah 3	Verifikasi Negatif	Cahaya Terang	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
18	Wajah 3	Verifikasi Negatif	Cahaya Redup	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
19	Wajah 3	Verifikasi Negatif	Miring Kiri	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
20	Wajah 3	Verifikasi Negatif	Miring Kanan	Berhasil	Salah Dikenali	FP	Data SIM salah tampil
21	Wajah 4	Verifikasi Negatif	Cahaya Normal	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
22	Wajah 4	Verifikasi Negatif	Cahaya Terang	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
23	Wajah 4	Verifikasi Negatif	Cahaya Redup	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
24	Wajah 4	Verifikasi Negatif	Miring Kiri	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
25	Wajah 4	Verifikasi Negatif	Miring Kanan	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
26	Wajah 5	Verifikasi Negatif	Cahaya Normal	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak

No	Subjek	Skenario Pengujian	Kondisi	Hasil Sistem	Status	Kategori	Keterangan
27	Wajah 5	Verifikasi Negatif	Cahaya Terang	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
28	Wajah 5	Verifikasi Negatif	Cahaya Redup	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
29	Wajah 5	Verifikasi Negatif	Miring Kiri	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak
30	Wajah 5	Verifikasi Negatif	Miring Kanan	Gagal	Tidak Dikenali	TN	Akses Ditolak

Gambar 9 menampilkan dokumentasi visual hasil pengujian sistem verifikasi wajah pada kondisi (a) hingga (h) yang merepresentasikan keempat kategori confusion matrix. Kondisi *True Positive* (TP) pada gambar (a) dan (b) menunjukkan sistem berhasil mengenali Wajah 1 yang terdaftar, sementara *False Negative* (FN) pada gambar (c) dan (d) menunjukkan kegagalan sistem mengenali Wajah 1 pada jarak 1.5m dan 2m yang mengindikasikan keterbatasan deteksi jarak jauh. *True Negative* (TN) pada gambar (e) dan (f) memperlihatkan sistem berhasil menolak Wajah 4 dan Wajah 5 yang tidak terdaftar dengan status "Akses Ditolak", sedangkan *False Positive* (FP) pada gambar (g) dan (h) menunjukkan kesalahan sistem yang salah mengidentifikasi Wajah 2 dan Wajah 3 sebagai wajah terdaftar akibat kemiripan fitur pada kondisi pencahayaan terang. Dokumentasi ini memberikan bukti visual yang komprehensif tentang kemampuan dan keterbatasan sistem dalam berbagai skenario pengujian.



Gambar 9. Dokumentasi pengujian

Tabel 5 merangkum keseluruhan hasil pengujian dalam bentuk confusion matrix. Dari 30 total pengujian, diperoleh 8 *True Positive* (26.67%), 18 *True Negative* (60%), 2 *False Positive* (6.67%), dan 2 *False Negative* (6.67%). Distribusi hasil menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang seimbang antara kemampuan mengenali wajah terdaftar dan menolak wajah tidak terdaftar, dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah sebesar 13.33%.

Tabel 5. Ringkasan Hasil Pengujian

Metrik	Jumlah	Presentase
True Positive (TP)	8	26.67%
True Negative (TN)	18	60%
False Positive (FP)	2	6.67%
False Negative (FN)	2	6.67%
Total Pengujian	30	100%

Tabel 6 menampilkan perhitungan detail metrik evaluasi sistem berdasarkan *confusion matrix*. Sistem mencapai *Accuracy* 86.7%, *precision* 80%, *recall* 80%, dan *specificity* 90%. Nilai *specificity* yang tinggi menunjukkan sistem sangat baik dalam mengidentifikasi wajah tidak terdaftar. Keseimbangan antara *precision* dan *recall* (80%) mengindikasikan sistem memiliki performa yang konsisten dalam deteksi positif, meskipun masih terdapat ruang perbaikan untuk mencapai tingkat akurasi yang lebih optimal.

Tabel 6. Perhitungan Metrik Evaluasi

Metrik	Rumus	Perhitungan	Hasil
<i>Accuracy</i>	$(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$	$(8 + 18) / (8 + 18 + 2 + 2) = 26/30$	86.7%
<i>Precision</i>	$TP / (TP + FP)$	$8 / (8 + 2) = 8/10$	80%
<i>Recall</i>	$TP / (TP + FN)$	$8 / (8 + 2) = 8/10$	80%
<i>Specificity</i>	$TN / (TN + FP)$	$18 / (18 + 2) = 18/20$	90%

4. KESIMPULAN

Sistem verifikasi identitas berbasis *face recognition* menggunakan *face-api.js* telah berhasil diimplementasikan dengan performa yang memadai. Sistem mampu melakukan deteksi wajah secara *real-time* menggunakan model *TinyFaceDetector* dengan 68 titik landmark wajah yang mencakup kontur wajah, alis mata, mata, hidung, dan mulut. Pengujian fungsionalitas menunjukkan semua fitur sistem berjalan dengan baik, termasuk manajemen data SIM, upload foto, dan proses verifikasi wajah.

Hasil pengujian pada 30 skenario menunjukkan sistem mencapai tingkat akurasi 86,7% dengan nilai *precision* dan *recall* masing-masing 80%, serta *specificity* 90%. Sistem menunjukkan performa optimal pada jarak deteksi maksimal 1 meter dan mampu beradaptasi dengan variasi pencahayaan serta sudut wajah. Namun, sistem memiliki keterbatasan pada jarak deteksi yang lebih jauh (>1,5 meter) dan terdapat kemungkinan *false positive* pada kondisi pencahayaan tertentu akibat kemiripan fitur wajah.

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk meningkatkan kemampuan deteksi jarak jauh dengan mengoptimalkan algoritma atau menggunakan model yang lebih canggih, implementasi mekanisme anti-*spoofing* untuk keamanan yang lebih baik, dan pengujian pada dataset yang lebih besar dan beragam. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi integrasi dengan teknologi *liveness detection* dan optimasi *threshold* untuk mengurangi tingkat *false positive* serta *false negative*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Reifandi Yusuf Pratama, I. H. Dwimawanti, and Tri Yuningsih, "Analisis Kualitas Pelayanan Surat Ijin Mengemudi (Sim) Pada Satuan Penyelenggara Administrasi SIM (SATPAS) Polrestaes Semarang," *Journal of Public Policy and Management Review*, vol. 12, no. 4, pp. 599–618, Oct. 2023, doi: <https://doi.org/10.14710/jppmr.v12i4.41397>.
- [2] H. F. Kennedy, *Meningkatkan Kompetensi, Motivasi, Dan Kualitas Ujian Praktek Sim*. Cipta Media Nusantara. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=z40EQAAQBAJ>
- [3] R. Dimas Sulistiyo and M. R. Shihab, "Transformasi Digital dalam Pelayanan Surat Izin Mengemudi (SIM): Studi Kasus Korlantas Polri," *Technomedia J.*, vol. 8, no. 2SP, pp. 189–204, 2023, doi: 10.33050/tmj.v8i2sp.2064.
- [4] Nabila Irdha Az-Zahra and I Putu Dharmanu Yudhartha, "Kualitas Pelayanan Perpanjangan SIM dalam Aplikasi Digital Korlantas Polri Melalui Fitur Layanan SIM Nasional Presisi (SINAR) di Kepolisian Resor Kota Denpasar," *Ethics Law J. Bus. Notary*, vol. 2, no. 1, pp. 338–351, 2024, doi: 10.61292/eljbn.138.
- [5] Humaira, A. Maulana Ibrahim, and A. Alanda, "Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Cloud Computing," *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–29, 2022, doi: 10.30630/jitsi.3.1.56.
- [6] A. Jamhari, "A Perancangan Sistem Pengenalan Wajah Secara Real-Time pada CCTV dengan Metode Eigenface:," *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 20–32, 2020, doi: 10.20895/inista.v2i2.117.
- [7] Rizki Elisa Nalawati, Rahma Maulida Shaliha, and Mahyu Danil, "Face Recognition sebagai Control Access Area dengan Face-API.js dan Euclidean Distance," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, no. 4, pp. 1848–1864, 2024, doi: <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i4.13088>.
- [8] P. Dhabe *et al.*, "Real-Time Driving License Verification System Using Face Recognition," *2024 Int. Conf. Innov. Challenges Emerg. Technol. ICICET 2024*, 2024, doi: 10.1109/ICICET59348.2024.10616369.
- [9] C. Juliandy, N. Poi Wong, and Darwin, "Modeling Face Detection Application Using Convolutional Neural Network and

- Face-API for Effective and Efficient Online Attendance Tracking,” *J. Online Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 10–17, 2024, doi: 10.15575/join.v9i1.1203.
- [10] F. M. Firdaus and H. Hidayat, “Perancangan dan Implementasi Sistem Absensi Siswa Berbasis Web Menggunakan Face Recognition dan SMS Gateway,” *J. Manaj. Inform.*, vol. 15, no. 1, pp. 32–46, Apr. 2025, doi: 10.34010/jamika.v15i1.13601.
- [11] S. Bileschi, E. Nielsen, and S. Cai, *Deep Learning with JavaScript: Neural networks in TensorFlow.js*. Manning, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=-DozEAAAQBAJ>
- [12] J. K. Putra and Yoannita Yoannita, “Transfer Learning dengan MobileNetV3 untuk Deteksi Serangan Spoofing Wajah pada Foto,” *Jurnal Algoritme*, vol. 5, no. 2, pp. 218–230, 2025, doi: <https://doi.org/10.35957/algoritme.v5i2.10954>.
- [13] A. Simanjuntak, D. Maulana, and E. Widodo, “Sistem Informasi Pengolahan Data Jemaat Gereja Hkbp Cikarang Kota Berbasis Website,” *IDEALIS Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 2, pp. 248–257, 2024, doi: 10.36080/idealis.v7i2.3237.
- [14] R. N. S. F. R. A. N. R. Annisa Fathoroni, *Buku Tutorial Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Dosen Menggunakan Metode 360 Degree Feedback*. CV. Kreatif Industri Nusantara, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=pIr9DwAAQBAJ>
- [15] S. Sutrisno, F. Hariyanti, and R. Sulaiman, “Application of Intuitionistic Fuzzy Sets in Determining Research Topics for Mathematics Education Students Through the Normalized Euclidean Distance Method,” *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 17, no. 2, pp. 0995–1006, 2023, doi: 10.30598/barekengvol17iss2pp0995-1006.
- [16] W. Pramusinto, K. Harsanto, and M. D. Syavira, “Perancangan Content Management System (CMS) Website Profil Sekolah Dengan Model Cloud Computing Saas,” *IDEALIS Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2024, doi: 10.36080/idealis.v7i1.3088.