SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika
Volume 8, Nomor 1, Januari 2025, Halaman 168-180 E-ISSN: 2721-4788

Implementasi *Artificial Intelligence* dalam Sistem Pencarian Orang Hilang dengan *Face Recognition*: Studi Kasus Polres Kudus

Ahmad Aufan Nur Hakim[1*], Alif Catur Murti[2], Ratih Nindyasari[3]
[1,2,3]Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Muria Kudus, Kudus, Indonesia
E-mail: [1*]ahmadaufannh@gmail.com, [2]alif.catur@umk.ac.id, [3]ratih.nindyasari@umk.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pencarian orang hilang berbasis teknologi pengenalan wajah guna mengatasi masalah efisiensi dan akurasi identifikasi, yang sering menjadi kendala utama dalam penanganan kasus orang hilang. Dengan memanfaatkan model FaceNet untuk ekstraksi fitur wajah unik, sistem ini menggunakan OpenCV untuk mendeteksi wajah dari gambar yang diunggah. Algoritma Hierarchical Navigable Small World (HNSW) diterapkan untuk pengindeksan cepat, sedangkan Facebook AI Similarity Search (FAISS) digunakan untuk mempercepat pencocokan data dalam dataset besar. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini mencakup 500 gambar wajah, yang mencerminkan kasus orang hilang di wilayah Polres Kudus. Metode penelitian melibatkan Rapid Application Development (RAD), yang mencakup perencanaan kebutuhan, desain sistem berbasis Progressive Web App (PWA), konstruksi, dan pengujian menggunakan Black Box Testing. Hasil pengujian menunjukkan akurasi deteksi wajah sebesar 89,6%, akurasi pencocokan wajah sebesar 80,8%, dan konsistensi hasil mencapai 100%. Implementasi PWA memungkinkan akses fleksibel di berbagai perangkat, meningkatkan kolaborasi antara masyarakat dan kepolisian. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi teknologi seperti FaceNet, HNSW, dan FAISS dapat memberikan solusi efektif untuk pencarian orang hilang secara modern, dengan akurasi dan kecepatan yang lebih baik dibandingkan metode konvensional.

Kata kunci: *FAISS, HNSW, OpenCV, PWA*

Abstract

This study aims to develop a missing persons search system based on facial recognition technology to address issues of efficiency and accuracy in identification, which are major challenges in handling missing person cases. Utilizing the FaceNet model for unique facial feature extraction, the system employs OpenCV for detecting faces from uploaded images. The Hierarchical Navigable Small World (HNSW) algorithm is implemented for rapid indexing, while Facebook AI Similarity Search (FAISS) accelerates data matching in large datasets. The dataset used in this study comprises 500 facial images, reflecting missing person cases within the jurisdiction of Kudus Police Department. The research method involves Rapid Application Development (RAD), including requirements planning, system design based on Progressive Web App (PWA), construction, and testing using Black Box Testing. Testing results indicate a face detection accuracy of 89.6%, face matching accuracy of 80.8%, and result consistency of 100%. The implementation of PWA enables flexible access across various devices, enhancing collaboration between the public and law enforcement. This study concludes that integrating technologies such as FaceNet, HNSW, and FAISS offers an effective solution for modern missing persons search systems, with improved accuracy and speed compared to conventional methods.

***Keywords**: FAISS, HNSW, OpenCV, PWA*

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini memanfaatkan *TensorFlow* untuk memuat dan menjalankan model *FaceNet* dalam mengekstraksi vektor fitur wajah dari gambar yang diberikan. Teknologi serupa telah diterapkan dalam berbagai penelitian sebelumnya, seperti pada penelitian yang berjudul "Aplikasi Pencarian Orang Hilang (Portalang) Menggunakan Pemindai Wajah Berbasis Android", yang juga menggunakan *TensorFlow* untuk meningkatkan kinerja *face recognition* dalam konteks pencarian orang hilang. Penelitian ini juga mengadopsi metode *Rapid Application Development (RAD)* sebagai pendekatan dalam pengembangan sistem, yang memungkinkan proses pembuatan aplikasi dilakukan secara lebih cepat dan terstruktur melalui tahapan iteratif, memastikan sistem

yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna [1]. Penelitian lain juga menggabungkan *FaceNet* dengan algoritma *Hierarchical Navigable Small Worlds (HNSW)* dalam sistem registrasi dan identifikasi wajah untuk akses fasilitas di Universitas Kristen Petra [2]. Selain itu, algoritma *K-Nearest Neighbors (KNN)* telah digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk analisis sentimen masyarakat [3], serta dalam pencarian gambar [4]. Penelitian sebelumnya [3] juga menunjukkan algoritma ini efektif untuk pengelompokan data dengan akurasi hingga 86.11%. Metode ini sederhana, lebih cepat, dan lebih efisien dari waktu ke waktu [5]. Di sisi lain, penerapan *Progressive Web App (PWA)* juga telah terbukti efektif dalam menyediakan fleksibilitas akses melalui berbagai perangkat, seperti yang diterapkan dalam sistem presensi berbasis *PWA* [6]. Semua pendekatan ini menunjukkan potensi implementasi teknologi berbasis *AI* yang dapat diadaptasi untuk sistem pencarian orang hilang, seperti yang diusulkan dalam penelitian ini. Dengan menggabungkan *FaceNet* untuk *face recognition* dan *PWA* untuk aksesibilitas, sistem pencarian orang hilang yang diusulkan di Polres Kudus diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pencarian, mempermudah petugas dalam memverifikasi identitas, serta mempercepat proses identifikasi bagi orang hilang.

Kasus orang hilang di Indonesia semakin menjadi isu yang memerlukan perhatian serius, terutama dengan peningkatan jumlah laporan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data dari Jurnal Data Pusiknas, tercatat sebanyak 1.675 orang hilang dalam tiga tahun terakhir, dengan 1.057 laporan pada tahun 2023, 402 laporan pada tahun 2022, dan 216 laporan pada tahun 2021. Tingginya angka ini menunjukkan masalah yang meluas dan menuntut respons cepat dan akurat dari pihak berwenang di tingkat nasional. Selain itu, laporan-laporan ini memiliki dampak psikologis bagi keluarga korban dan menambah tantangan bagi aparat penegak hukum dalam proses pencarian dan identifikasi yang efektif [7][8][9]. Data ini, sebagaimana dirangkum pada tabel 1, menggambarkan masalah yang meluas dan menuntut respons cepat serta akurat dari pihak berwenang di tingkat nasional untuk mengatasinya.

Tabel 1. Jumlah Data Orang Hilang (Sumber: Jurnal Data Pusiknas)

No	Tahun	Jumlah
1	2023	1.057
2	2022	402
3	2021	216
Total		1.675

Di lingkup yang lebih lokal, khususnya dalam Wilayah Hukum Polres Kudus, kasus orang hilang juga cukup mengkhawatirkan. Polres Kudus mencatat adanya 15 laporan orang hilang dari Januari hingga September 2024, yang terdiri dari 8 laki-laki dan 7 perempuan. Setiap laporan yang diterima oleh kepolisian memerlukan perhatian khusus dan segera karena menyangkut keamanan dan nyawa individu. Polres Kudus saat ini menggunakan mekanisme yang melibatkan pelaporan melalui media sosial, grup *WhatsApp*, dan unit operasional, namun tantangan dalam menemukan dan mengidentifikasi korban, terutama dalam kasus anak-anak dan identifikasi jenazah, masih tinggi.

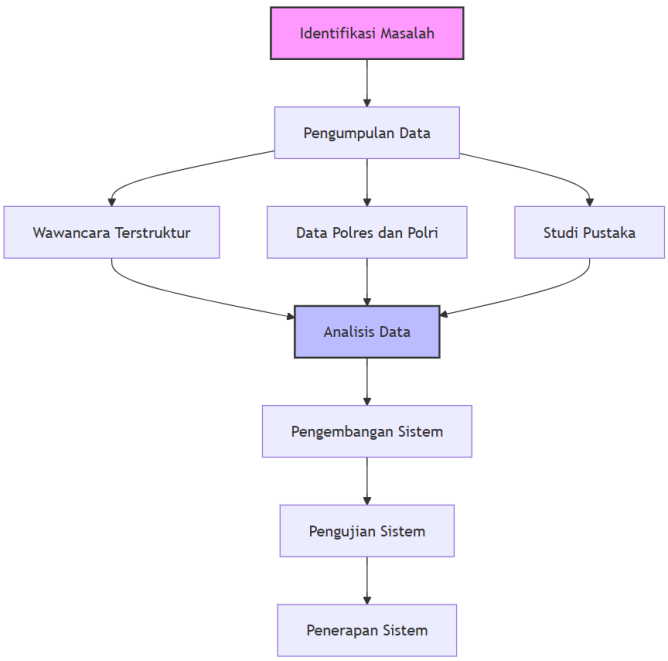
Melalui latar belakang ini, diharapkan teknologi *AI* dalam pencarian orang hilang dapat menjadi alternatif yang inovatif dan efisien bagi Polres Kudus dan masyarakat. Teknologi ini tidak hanya akan memperkuat kolaborasi antara masyarakat dan kepolisian, tetapi juga berpotensi memberikan solusi jangka panjang dalam menanggulangi kasus orang hilang. Penelitian ini bertujuan untuk mendemonstrasikan bagaimana penerapan teknologi *AI* mampu memberikan manfaat dalam sistem pencarian orang hilang serta membuka peluang kolaborasi yang lebih erat dan transparan antara masyarakat dan pihak berwenang.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang dirancang secara sistematis untuk memastikan validitas, efektivitas, dan efisiensi proses penelitian. Alur penelitian ini mencakup

pengumpulan data, analisis, pengembangan, serta pengujian yang berfokus pada pencapaian tujuan penelitian, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang mencakup proses identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis data, pengembangan sistem, pengujian sistem, hingga penerapan sistem. Diagram ini menggambarkan alur kerja penelitian secara terstruktur untuk mencapai hasil yang diinginkan.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

a. Wawancara Terstruktur

Proses pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terstruktur, di mana pertanyaan yang sama diberikan kepada narasumber untuk mendapatkan data kuantitatif yang terukur, seperti jumlah kasus orang hilang, faktor-faktor penyebab, dan tindakan yang telah diambil.

b. Pengumpulan Data dari Polres dan Polri

Data mengenai jumlah orang hilang dikumpulkan langsung dari Polres dan Polri, mencakup angka atau statistik serta data Surat Keterangan Orang Hilang yang dikeluarkan oleh kepolisian setempat. Dalam penelitian ini, data tersebut dipadukan dengan teknologi pengenalan wajah *(Face Recognition)* untuk mendukung proses identifikasi. Penelitian ini menggunakan 500 sampel gambar wajah sebagai dataset uji, yang terdiri dari berbagai kategori seperti usia, jenis kelamin, dan kualitas gambar.

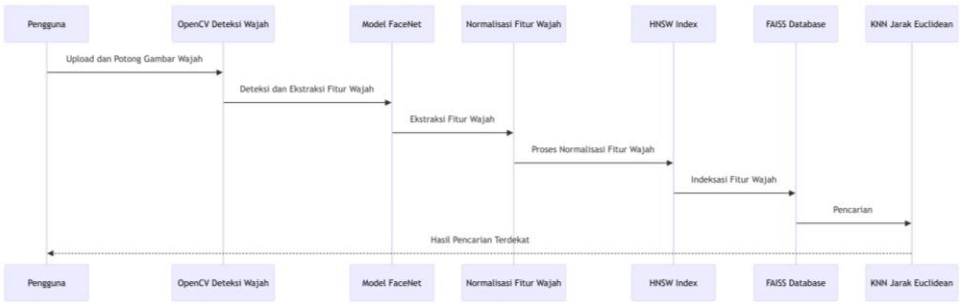
c. Studi Pustaka

Peninjauan sumber-sumber tertulis, seperti buku, jurnal, dan laporan penelitian yang relevan untuk mendukung penelitian terkait kasus orang hilang. Literatur yang digunakan akan dianalisis untuk menambah konteks dan mendukung hasil wawancara serta data yang dikumpulkan.

2.3. Konsep Deteksi, Ekstraksi, dan Pencocokan Fitur Wajah

Konsep ekstraksi dan pencocokan fitur wajah merupakan bagian krusial dalam sistem pengenalan wajah berbasis teknologi *Artificial Intelligence* (*AI*). Proses ini bertujuan untuk

mengelola fitur unik dari wajah seseorang guna mendukung identifikasi secara akurat. Alur proses tersebut dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan Konsep Ekstraksi dan Pencocokan Fitur Wajah

Pada gambar 2 menggambarkan alur proses deteksi dan pencarian fitur wajah dalam sistem. Proses dimulai dengan pengguna yang mengunggah dan memotong gambar wajah, dilanjutkan dengan deteksi dan ekstraksi fitur wajah menggunakan *OpenCV* dan model *FaceNet*. Fitur yang diekstrak kemudian dinormalisasi sebelum diindeks oleh algoritma *HNSW*. Selanjutnya, fitur wajah diindeks ke dalam database *FAISS* untuk mendukung pencarian dengan menggunakan algoritma *KNN* berbasis jarak *Euclidean*. Hasil pencarian terdekat kemudian dikembalikan kepada pengguna. Diagram ini menunjukkan integrasi teknologi yang digunakan untuk mendukung proses pencocokan wajah secara efisien.

a. Pengguna Menginput Gambar Wajah

Proses dimulai dengan pengguna yang mengunggah gambar wajah melalui antarmuka aplikasi. Untuk memastikan gambar yang diunggah memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan, sistem dilengkapi dengan fitur pemotongan gambar menggunakan *library ijaboCropTool*. Alat ini dirancang untuk mempermudah pengguna dalam memotong gambar wajah secara presisi, sehingga hanya bagian wajah yang relevan yang akan digunakan dalam proses identifikasi. Memotong gambar tidak hanya sebagai normalisasi data dan meningkatkan akurasi deteksi pada tahap awal [1], tetapi juga memberikan pengalaman pengguna yang lebih intuitif dan efisien.

b. Deteksi Wajah Menggunakan *OpenCV*

Setelah gambar diunggah oleh pengguna, sistem menggunakan *OpenCV* dengan model *haarcascade_frontalface_default.xml* untuk mendeteksi keberadaan wajah dalam gambar. Model ini bekerja dengan mendeteksi pola-pola fitur wajah, seperti mata, hidung, dan mulut, yang sesuai dengan template yang telah dilatih sebelumnya. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa gambar yang akan diproses benar-benar mengandung wajah dan mengabaikan bagian lain yang tidak relevan. Dengan mendeteksi dan mengekstraksi area wajah secara spesifik, sistem dapat meningkatkan akurasi pada langkah-langkah selanjutnya, seperti ekstraksi fitur menggunakan *FaceNet*. Deteksi ini menjadi tahap awal yang penting dalam memvalidasi kualitas data yang digunakan untuk pencocokan wajah [10].

c. Ekstraksi Fitur Menggunakan *FaceNet*

Model *FaceNet* berfungsi untuk mengekstraksi fitur wajah dari gambar yang telah terdeteksi. Proses ini mengubah gambar wajah menjadi representasi numerik berupa vektor fitur berdimensi tinggi yang mencerminkan karakteristik unik setiap wajah. Representasi ini dirancang untuk menangkap elemen penting seperti struktur tulang, jarak antar mata, bentuk hidung, serta fitur wajah lainnya. Dengan pendekatan ini, *FaceNet* dapat menghasilkan vektor fitur yang konsisten, sehingga memungkinkan perbandingan akurat antara wajah pada tahap pencocokan.

Proses ini menjadi fondasi utama dalam kemampuan sistem untuk membedakan satu wajah dengan wajah lainnya, mendukung aplikasi teknologi pengenalan wajah yang presisi [11].

d. Normalisasi Fitur

Setelah fitur wajah berhasil diekstraksi oleh model *FaceNet*, langkah berikutnya adalah melakukan normalisasi fitur. Normalisasi bertujuan untuk memastikan bahwa vektor fitur yang dihasilkan berada dalam skala yang konsisten dan dapat dibandingkan dengan vektor lainnya secara adil. Proses ini melibatkan transformasi vektor fitur agar memiliki panjang (norm) yang seragam, biasanya dengan membagi setiap elemen vektor dengan nilai norm *Euclidean*-nya. Berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model *FaceNet* mampu menghasilkan representasi numerik wajah yang konsisten dan akurat, yang kemudian dinormalisasi untuk memastikan vektor fitur berada pada skala yang sama [12]. Dengan normalisasi, perbedaan skala antar-vektor dapat dihilangkan, sehingga proses pencocokan fitur menjadi lebih andal dan akurat, terlepas variasi seperti pencahayaan atau skala gambar asli [13]. Langkah ini merupakan komponen penting untuk menjaga performa optimal algoritma pencocokan.

e. Indeksasi Fitur Menggunakan *HNSW*

Setelah fitur wajah dinormalisasi, langkah selanjutnya adalah mengindeks fitur tersebut menggunakan algoritma *HNSW (Hierarchical Navigable Small World)*. *HNSW* adalah algoritma yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam pencarian vektor pada dataset besar. Algoritma ini bekerja dengan membangun graf bertingkat yang memungkinkan pencarian tetangga terdekat *(nearest neighbors)* secara cepat. *Hierarchical Navigable Small World*s (*HNSW*) merupakan salah satu metode Nearest Neighbor Search yang digunakan untuk mencari dari data berskala besar. Metode ini menghubungkan data-data menggunakan link yang kemudian dipisahkan ke beberapa layer di dalam multilayer graph berdasarkan jarak antar data [2]. Setiap vektor fitur yang telah dinormalisasi dihubungkan dengan vektor lainnya berdasarkan kedekatan geometris mereka dalam ruang vektor. Dengan pendekatan ini, sistem dapat mempercepat proses pencarian, mengurangi waktu komputasi, dan memastikan bahwa fitur yang paling relevan dapat ditemukan dengan cepat. Penggunaan *HNSW* sangat penting untuk menangani skala data yang besar tanpa mengorbankan akurasi pencocokan.

f. Pencarian dengan *FAISS*

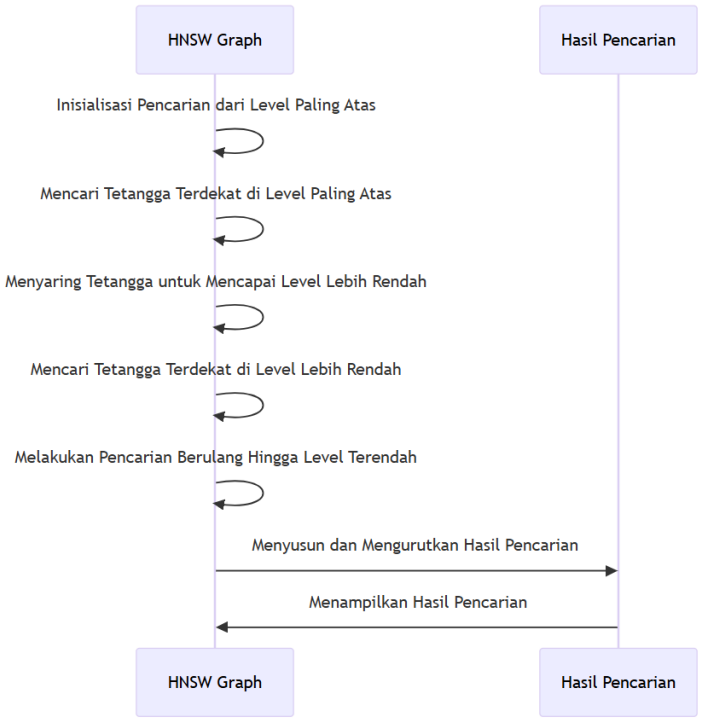
Setelah fitur wajah diindeks menggunakan *HNSW*, proses pencarian dilakukan dalam basis data menggunakan *FAISS (Facebook AI Similarity Search)*. *FAISS* memanfaatkan metode penghitungan jarak, seperti jarak *Euclidean*, untuk menemukan vektor yang paling mirip dengan data input. Sebagai pustaka untuk pencarian kemiripan skala besar, *FAISS* menggunakan teknik *approximate nearest neighbors* untuk mengurangi waktu komputasi tanpa mengorbankan akurasi. Pencarian berbasis gambar melibatkan langkah-langkah seperti pemilihan *query*, normalisasi data, dan penghitungan jarak untuk menemukan kemiripan karakteristik. Dengan ini, *FAISS* memungkinkan pencarian cepat dan efisien, mendukung proses identifikasi wajah pada dataset besar [14].

g. Hasil Pencarian Terdekat

Sistem ini menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors (KNN)* dengan metrik jarak Euclidean untuk menentukan hasil pencarian terdekat. Algoritma *KNN* membandingkan vektor fitur wajah yang diinputkan dengan vektor yang tersimpan di basis data, kemudian mengidentifikasi beberapa vektor terdekat berdasarkan nilai jarak terkecil. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa *KNN* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan wajah berdasarkan jarak terdekat pada ruang fitur [15]. Jarak Euclidean digunakan untuk mengukur kedekatan antara vektor, di mana jarak yang lebih kecil menunjukkan tingkat kemiripan yang

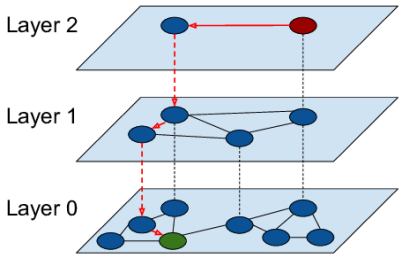
lebih tinggi, hasil pencarian ini kemudian dikembalikan kepada pengguna dalam bentuk informasi mengenai wajah yang paling mirip dengan gambar yang diinputkan [16].

2.4. Algoritma *HNSW (Hierarchical Navigable Small World)*



Gambar 3. Bagan Algoritma *HNSW (Hierarchical Navigable Small World)*

Bagan pada gambar 3 menguraikan urutan proses pencarian menggunakan algoritma *HNSW*. Proses dimulai dengan inisialisasi pencarian dari level paling atas dalam graf HNSW. Di level atas, algoritma mencari tetangga terdekat dari titik yang ingin dicari. Setelah itu, proses penyaringan tetangga dilakukan untuk berpindah ke level yang lebih rendah. Di setiap level berikutnya, pencarian tetangga terdekat dilakukan lagi secara berulang hingga mencapai level terendah. Visualisasi algoritma *HNSW* dapat dilihat pada gambar 3 berikut [17].

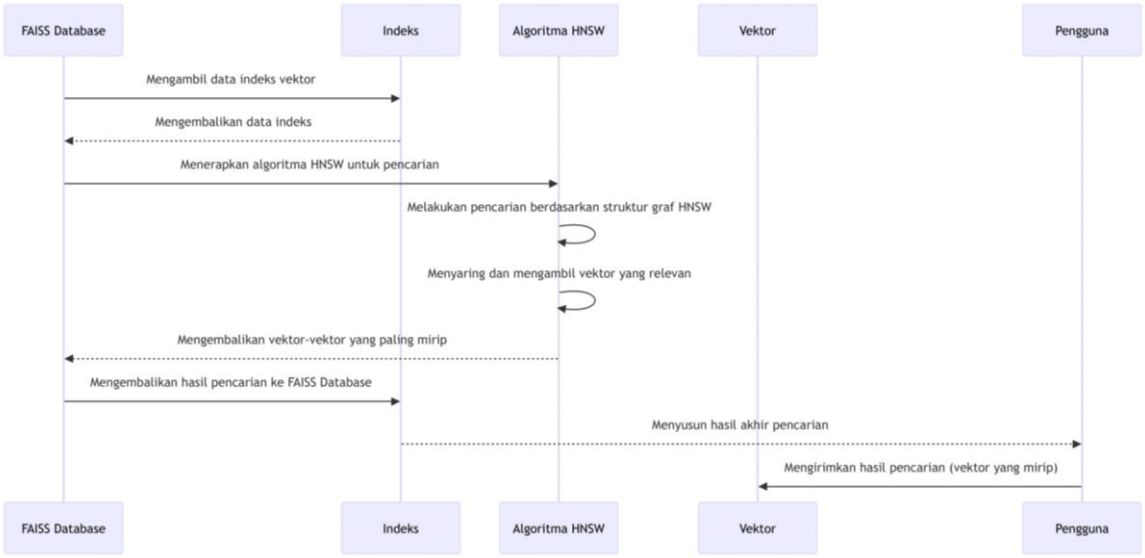


Gambar 4. Visualisasi algoritma *HNSW*

Pada gambar 4 menjelaskan struktur jaringan multi-layer dimana terdapat beberapa lapisan (layer) yang saling terhubung, dengan setiap lapisan memiliki node-node (titik) yang saling terkoneksi. Setelah menemukan tetangga terdekat di level terendah, hasil pencarian disusun dan

diurutkan berdasarkan jarak *euclidean* untuk menentukan tetangga terdekat yang paling relevan. Hasil pencarian kemudian ditampilkan kepada pengguna.

2.5. *FAISS (Facebook AI Similarity Search) Database*



Gambar 5. Bagan Tahap Pencarian *FAISS (Facebook AI Similarity Search) Database*

Pada gambar 5 menunjukkan bagan urutan tahap pencarian dalam *FAISS Database* mengelola pencarian kemiripan vektor menggunakan algoritma *HNSW (Hierarchical Navigable Small World).* Proses dimulai dengan *FAISS Database* yang mengambil data indeks vektor dari indeks yang tersimpan. Kemudian, *FAISS Database* menerapkan algoritma *HNSW* untuk mempercepat pencarian dengan membangun struktur graf multi-level. Algoritma *HNSW* mencari vektor yang paling mirip dengan menggunakan graf kecil dunia yang dapat dinavigasi, memungkinkan pencarian lebih efisien pada ruang vektor besar. Setelah menemukan kandidat vektor yang relevan, *HNSW* menyaring dan *FAISS Database*, yang kemudian mengirimkan hasil pencarian berupa vektor-vektor yang paling mirip kepada pengguna [18].

2.6. *K-Nearest Neighbors (KNN)*

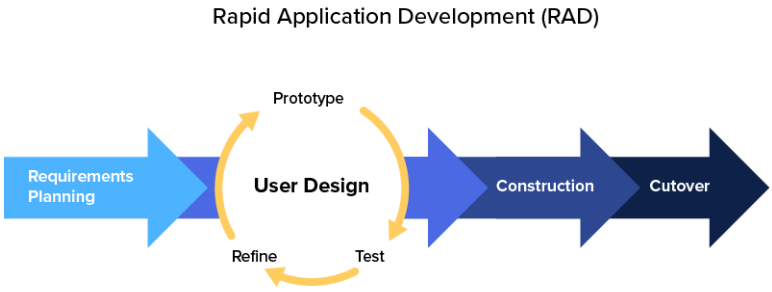
Aplikasi pencarian wajah yang dikembangkan oleh peneliti memanfaatkan algoritma *KNN* untuk menentukan hasil pencarian terdekat. Algoritma ini digunakan untuk menghitung jarak antara fitur wajah yang diunggah pengguna dengan fitur-fitur yang telah disimpan dalam basis data. Dalam sistem ini, jarak yang digunakan adalah jarak *Euclidean*, yang memberikan pengukuran presisi terhadap kesamaan antara dua vektor fitur wajah dengan menerapkan rumus berikut [16]:

$$d(P, Q) = \sqrt{[\sum(i=1 \text{ to } n) (x_i - y_i)^2]} \quad (1)$$

Algoritma *KNN* mengidentifikasi wajah dengan jarak terdekat, memungkinkan aplikasi memberikan hasil akurat secara cepat.

2.7. Metode Pengembangan Sistem

Siklus pengembangan perangkat lunak yang dikenal sebagai Rapid Application Development (RAD) seperti pada gambar 7 adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang menekankan pada pengembangan cepat melalui iterasi dan prototipe. Proses ini dimulai dengan perencanaan kebutuhan, dilanjutkan dengan desain pengguna, konstruksi, dan diakhiri dengan tahap penyelesaian (*cutover*). Tahap desain pengguna melibatkan pembuatan prototipe yang kemudian diuji dan disempurnakan secara berulang [19].



Gambar 6. Metode *Rapid Application Development (RAD)*

Integrasi konsep *endpoint* Flask dalam pengembangan *framework* Laravel dengan metode pengembangan system *Rapid Application Development (RAD)* dapat memberikan solusi efisien untuk mengembangkan sistem pencarian orang hilang berbasis *Artificial Intelligence* (*AI*) yang menggunakan teknologi *Face Recognition*. Seperti yang disampaikan oleh Sitio [20] metode *RAD* memungkinkan proses pengembangan aplikasi dilakukan secara cepat dan kolaboratif dengan tetap mempertahankan kualitas dan memenuhi kebutuhan pengguna.

Pendekatan ini juga sejalan dengan studi sebelumnya [21], yang menyatakan bahwa kerangka kerja seperti Laravel memungkinkan efisiensi dalam membangun aplikasi web dengan memanfaatkan pola arsitektur *MVC (Model-View-Controller)*. Hal ini mengurangi kompleksitas pengembangan dengan menyediakan alat dan fitur bawaan, seperti *routing* dan pengelolaan *database*, yang serupa dengan kemampuan Flask untuk mendefinisikan *endpoint* dan menangani logika aplikasi dengan efisien.

Dalam pengembangan aplikasi pencarian orang hilang, integrasi Flask dan Laravel dapat memperkuat fleksibilitas sistem. Flask dengan pendekatan modularnya, mempermudah implementasi fitur-fitur spesifik berbasis *AI* seperti pemrosesan gambar dan pengenalan wajah. Sebagaimana disebutkan, *framework* seperti Flask menyediakan alat dasar untuk pengelolaan *routing* permintaan dan akses *database*, yang memungkinkan pengembangan sistem berjalan lebih cepat dan efisien [22]. Sementara itu, Laravel memberikan struktur yang kuat untuk membangun antarmuka pengguna dan manajemen *database*. Dengan memadukan kekuatan kedua *framework* ini, aplikasi dapat dirancang untuk memberikan solusi komprehensif yang tidak hanya berfokus pada efisiensi teknis tetapi juga kemudahan pengguna dalam operasional harian.

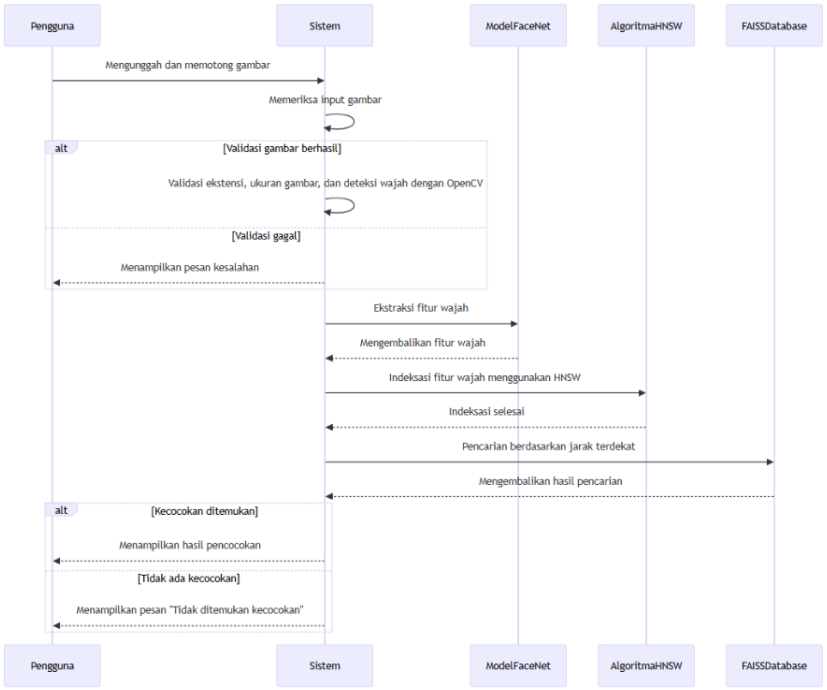
2.8. Metode Evaluasi

Kinerja model face recognition dalam mengidentifikasi orang hilang pada penelitian ini dievaluasi menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* adalah alat evaluasi yang krusial dalam pengukuran kinerja model klasifikasi, terutama dalam konteks *Artificial Intelligence* dan *Face Recognition* [23]. Matriks ini menyajikan perbandingan antara hasil prediksi model dan nilai aktual, yang terdiri dari empat komponen utama: *True Positive (TP)*, *True Negative (TN)*, *False Positive (FP)*, dan *False Negative (FN)* [24]. Dengan menggunakan *confusion matrix*, kita dapat menghitung berbagai metrik evaluasi seperti *akurasi*, *presisi*, dan *recall*, yang penting untuk menilai efektivitas model dalam mengidentifikasi individu yang hilang berdasarkan wajah mereka [25]. Dalam konteks implementasi sistem pencarian orang hilang dengan *face recognition*, *confusion matrix* memungkinkan peneliti untuk menganalisis kesalahan klasifikasi dan memperbaiki algoritma yang digunakan [26]. Misalnya, jika sistem sering salah mengklasifikasikan individu yang tidak hilang sebagai hilang *(false positive)*, hal ini dapat diidentifikasi melalui analisis matriks tersebut [27]. Dengan demikian, langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi sistem [28].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Desain Aplikasi Sistem (Pencarian Berdasarkan Gambar)

Antarmuka utama dari aplikasi sistem pencarian orang hilang berbasis gambar. Setelah gambar diunggah, sistem akan menjalankan algoritma seperti FaceNet untuk ekstraksi fitur wajah, HNSW untuk pencarian yang cepat, dan *FAISS* untuk pencocokan dalam database besar.

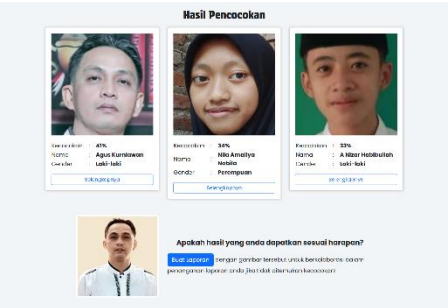


Gambar 7. Desain Aplikasi Sistem (Pencarian Berdasarkan Gambar)

Pada gambar 8 menggambarkan sistem yang dapat secara otomatis mengenali wajah seseorang berdasarkan gambar yang diberikan. Hasil pencarian ditampilkan dalam bentuk daftar wajah yang paling mirip, dengan setiap hasil disertai tingkat kemiripan yang dihitung menggunakan jarak Euclidean. Selain itu, antarmuka juga menampilkan informasi tambahan seperti identitas terlapor untuk membantu proses identifikasi. Selain itu, antarmuka juga menampilkan informasi tambahan seperti identitas terlapor untuk membantu proses identifikasi.

3.2. Desain Tampilan Sistem Pencarian

Desain tampilan sistem pencarian merupakan aspek krusial dalam memastikan pengguna dapat dengan mudah menemukan informasi yang mereka butuhkan, gambar 9 menunjukkan tampilan hasil pada sistem pencarian yang telah dirancang.



Gambar 8. Tampilan Hasil Pencarian Berdasarkan Gambar

Pada gambar 9 menampilkan hasil pencarian yang dihasilkan dari penggunaan gambar sebagai input. Halaman ini memungkinkan pengguna untuk mencari informasi atau laporan terkait dengan memanfaatkan fitur pencocokan gambar secara langsung. Sistem ini juga menampilkan tingkat kemiripan dalam bentuk persentase, yang dihitung berdasarkan nilai jarak (*distance*) antara fitur wajah input dan fitur wajah yang tersimpan di basis data.

Persentase ini diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$\text{Persentase} = 100 \times ((\textit{Max Distance} - \textit{Distance}) / \textit{Max Distance}) \quad (2)$$

Metode normalisasi Min-Max digunakan untuk mentransformasikan nilai data ke dalam rentang tertentu, biasanya 0 hingga 1 atau 0% hingga 100%. Normalisasi ini dilakukan dengan cara mengurangi nilai data dari nilai maksimum dan membaginya dengan rentang data, sehingga nilai relatif dapat dihitung secara proporsional [29]. Hasil perhitungan kemudian dibulatkan untuk menghasilkan nilai yang mudah dipahami oleh pengguna. Metode ini memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi tingkat kesamaan antara wajah input dengan hasil yang ditemukan secara lebih intuitif.

3.3. Hasil Pengujian

Setelah melalui tahap pengembangan dan implementasi, kinerja model telah dievaluasi menggunakan *confusion matrix* untuk mengukur kinerja dan efektifitasnya. Berikut ini akan disajikan hasil-hasil pengujian yang telah dilakukan, beserta analisis mendalam terhadap temuan-temuan yang diperoleh.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Face Recognition*

Metode Uji	Jumlah Data Uji	*True Positive* (TP)	*False Positive* (FP)	*False Negative* (FN)	*Precision* (%)	*Recall* (%)	Akurasi (%)
Deteksi wajah	500	227	29	23	88.67	90.8	89.6
Pencocokkan wajah	500	228	74	22	75.5	91.2	80.8
Konsistensi hasil	500	500	0	0	100%	100%	100%

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian dari tiga metode: deteksi wajah pada gambar, pencocokkan wajah, dan konsistensi hasil. Setiap metode diuji menggunakan 500 data uji, dengan metrik yang mencakup *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), *Precision* (%), *Recall* (%), dan Akurasi (%) [3] . Penjelasan lebih lanjut tentang setiap metode dan hasilnya sebagai berikut:

a. Deteksi Wajah pada Gambar
   1) *True Positive* (TP): 227, yang berarti 227 gambar wajah berhasil terdeteksi dengan benar.
   2) *False Positive* (FP): 29, yang menunjukkan 29 gambar tanpa wajah salah terdeteksi sebagai wajah.
   3) *False Negative* (FN): 23, yang berarti ada 23 gambar wajah yang seharusnya terdeteksi tetapi tidak dikenali oleh sistem.
   4) *Precision*: 88.67%, mengindikasikan bahwa 88.67% dari semua Deteksi wajah yang dikategorikan sebagai positif benar-benar wajah yang sesuai.
   5) *Recall*: 90.8%, menunjukkan bahwa 90.8% dari gambar wajah yang ada berhasil dikenali oleh sistem.
   6) Akurasi: 89.6%, artinya 89.6% dari total data uji berhasil dikelompokkan dengan benar.

b. Pencocokkan Wajah

Dalam uji pencocokkan wajah, digunakan *threshold* 0.8 untuk menentukan tingkat kemiripan wajah berdasarkan jarak *cosine similarity*. Nilai ini dipilih karena dianggap sesuai untuk memastikan bahwa pencocokan wajah memiliki tingkat akurasi yang optimal tanpa mengorbankan sensitivitas system. Sistem pencocokan wajah diuji dengan menggunakan metrik evaluasi sebagai berikut :

1) *True Positive* (TP): 228, menunjukkan 228 wajah yang berhasil cocok dengan benar dengan dataset yang ada.
2) *False Positive* (FP): 74, mengindikasikan bahwa ada 74 wajah yang salah terdeteksi atau dicocokkan meskipun tidak ada dalam dataset.
3) *False Negative* (FN): 22, yang berarti 22 wajah yang seharusnya cocok tidak berhasil dikenali oleh sistem.
4) *Precision*: 75.5%, mengindikasikan bahwa 75.5% dari hasil pencocokan yang dilakukan oleh sistem adalah benar.
5) *Recall*: 91.2%, menunjukkan bahwa sistem berhasil mencocokkan 91.2% dari wajah yang benar-benar ada dalam dataset.
6) Akurasi: 80.8%, menunjukkan bahwa 80.8% dari total pencocokan berhasil dilakukan dengan benar oleh sistem.

c. Konsistensi Hasil
   1) *True Positive* (TP): 500, yang berarti semua gambar wajah di dataset berhasil dikenali dengan benar, tanpa adanya kesalahan deteksi.
   2) *False Positive* (FP): 0, menunjukkan tidak ada kesalahan dalam mendeteksi wajah yang tidak ada dalam dataset.
   3) *False Negative* (FN): 0, artinya semua wajah yang ada di dataset berhasil dikenali dengan sempurna.
   4) *Precision*: 100%, yang berarti setiap wajah yang terdeteksi adalah benar-benar wajah yang sesuai.
   5) *Recall*: 100%, menunjukkan bahwa seluruh wajah yang ada di dataset berhasil dikenali.
   6) Akurasi: 100%, yang berarti 100% dari seluruh data uji dikenali dengan benar oleh sistem, tanpa adanya kesalahan deteksi atau pencocokan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, implementasi teknologi *Artificial Intelligence* (*AI*) dengan sistem pengenalan wajah di Polres Kudus menunjukkan potensi yang signifikan dalam mendukung proses pencarian orang hilang. Sistem ini, yang didukung oleh model *FaceNet*, algoritma *HNSW*, *FAISS*, serta teknologi *Progressive Web App* (*PWA*), mampu mempercepat proses identifikasi dan pencarian secara lebih akurat dan responsif. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini mencapai akurasi deteksi wajah sebesar 89.6% dan akurasi pencocokan wajah sebesar 80.8%, yang menunjukkan kinerja yang andal dalam mendukung proses pencarian. Penerapan *PWA* juga memberikan kemudahan akses bagi masyarakat untuk melaporkan dan mencari informasi melalui berbagai perangkat. Dengan teknologi ini, kolaborasi antara masyarakat dan kepolisian diharapkan dapat meningkat, memberikan transparansi informasi yang lebih baik, serta menjadi model yang dapat diadopsi lebih luas di berbagai wilayah. Maka dapat disimpulkan bahwa sistem ini menawarkan solusi yang efektif untuk mendukung upaya pencarian orang hilang secara lebih modern dan terstruktur.

Adapun saran yang ingin disampaikan terkait penelitian ini adalah, Polres Kudus perlu meningkatkan kapasitas *database* wajah dan menyempurnakan algoritma pengenalan, khususnya untuk menangani gambar dengan kualitas rendah atau pencahayaan yang buruk, guna meningkatkan akurasi dan kecepatan proses identifikasi. Kedua, pelatihan bagi petugas kepolisian dalam menggunakan dan mengelola sistem *AI* ini perlu dilakukan agar dapat memanfaatkan teknologi secara lebih optimal. Ketiga, diperlukan kolaborasi yang lebih baik dengan masyarakat melalui sosialisasi dan penyuluhan untuk mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam melaporkan kasus orang hilang melalui aplikasi ini. Terakhir, pengembangan lebih lanjut disarankan dengan mengintegrasikan sistem ini dengan aplikasi lintas instansi, seperti rumah sakit atau lembaga pemerintah lainnya, agar proses verifikasi dan koordinasi dapat berjalan lebih cepat dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Primatama, *et al.*, "Aplikasi Pencarian Orang Hilang (Portalang) Menggunakan Pemindai Wajah Berbasis Android," *Jurnal Akademika*, vol. 14, no. 2, pp. 59-65, 2021.

[2] A. B. Tungka, "Sistem Registrasi Dan Identifikasi Wajah Untuk Akses Fasilitas Universitas Kristen Petra Dengan Kombinasi Facenet Dan Hierarchical Navigable Small Worlds." *Jurnal Infra*, vol. 10, no. 2, 2022.

[3] V. B. Anwari, "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbors Pada Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Penerapan Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat." *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 72-81, 2022.

[4] A. R. Hayati, "Image Searching Data Gambar Berwarna Algoritma K Means Clustering Pada Data Penjualan," *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 5, no. 2, pp 203-215, 2022.

[5] V. H. Nabilla, D. Fitria, D. Permana, and F. Fitri, "Comparison of Haversine and Euclidean Distance Formula for Calculating Distance Between Regencies in West Sumatra," *UNP Journal of Statistics and Data Science*, vol. 1, no. 3, pp. 120-125, 2023.

[6] R. H. Madani dan S. Saputra, "Presensi Berbasis Progressive Web App (PWA) Menggunakan Laravel Dan Mysql," *Journal of Research and Publication Innovation*, vol. 2, no. 3, pp 1909-1920, 2024.

[7] Kepolisian Negara Republik Indonesia, "Jurnal Data Pusat Informasi Kriminal Nasional POLRI Tahun 2021," *Jurnal Tahunan Pusiknas Bareskrim POLRI*, 2021.

[8] Kepolisian Negara Republik Indonesia, "Jurnal Data Pusat Informasi Kriminal Nasional POLRI Tahun 2022," *Jurnal Tahunan Pusiknas Bareskrim POLRI*, 2022.

[9] Kepolisian Negara Republik Indonesia, "Jurnal Data Pusat Informasi Kriminal Nasional POLRI Tahun 2023," *Jurnal Tahunan Pusiknas Bareskrim POLRI*, 2023.

[10] S. Aitzhanov, *et al*. "Application of Facenet Machine Learning Model And Haar Cascade Classifier For Biometric Identification," *Journal of problem in computer science and information technologies*, vol. 1, no. 3, 2023.

[11] C. Ryando, R. Sigit, S. Setiawardhana, and B. S. B. Dewantara, "Comparison of Machine Learning Algorithms for Face Classification Using FaceNet Embeddings," *The Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 4, pp. 5767-5779, 2024.

[12] Cahyono, Ferry, "Pengenalan Wajah Menggunakan Model Facenet Untuk Presensi Pegawai.", *Masters Thesis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2020.

[13] M. H. Ramdani, I. G. P. S. Wijaya, and R. Dwiyansaputra, "Optimalisasi Pengenalan Wajah Berbasis Linear Discriminant Analysis Dan K-Nearest Neighbor Menggunakan Particle Swarm Optimization", *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer dan Aplikasinya (JTIKA)*, vol. 4, no. 1, pp. 40-61, 2022.

[14] X. Sun, *et al*., "3rd Place: A Global and Local Dual Retrieval Solution to Facebook AI Image Similarity Challenge," Arxiv - *Computer Vision and Pattern Recognition*, Des 2021.

[15] Raden Marissa Lestari, Santi Rahmawati, Rifda Triani Mutmainah, Devi Nuralim, Ignatius Wiseto Prasetyo Agung., "Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors Dan Teknik Penggabungan Citra," *Jurnal Teknologi Pembelajaran Interaktif*, vol. 4, no. 3, pp.16-28, 2024.

[16] Nunsina, A. Rahmi, and C. Fadhila, "Sistem Pengenalan Pola Wajah Secara Digitalisasi Menggunakan Metode Eigenface," *Jurnal Elektronika dan Teknologi Informasi (JETI)*, vol.3, no.1. pp. 8-16, 2022.

[17] E. G-Morato, *et al.*, "A General Framework for Distributed Approximate Similarity Search With Arbitrary Distances", Arxiv-*Information Retrival*, 2024.

[18] X.-B. He, P.-H. Tomas. Tam, G.-B. Long, and Y. Zhang, "Is an upturn commonly seen in Fermi-LAT GRB afterglow spectra?," *Arxiv-High Energy Astrophusical Phenomena*, Feb 2020.

[19] T. Pricillia dan Zulfachmi, "Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD)," *Jurnal Bangkit Indonesia*, vol. 10, no. 1, pp. 6–12, Mar 2021.

[20] S. Lina, and M. Sitio, "*Penerapan Metode Rapid Application Development (Rad) Untuk Aplikasi E Learning Berbasis Web*, CV. Eureka Media Aksara", 2023.
[21] E. C. Simanjuntak, R. R. Isnanto, and A. B. Prasetijo, "Perancangan Aplikasi Portofolio Mahasiswa Universitas Diponegoro Berbasis Web Menggunakan Kerangka-Kerja Laravel," *Jurnal Teknik Komputer*, vol. 1, no. 4, pp. 182–191, 2023.
[22] N. Loubser, "Creating a RESTful API: Flask," dalam *Software Engineering for Absolute Beginners: Your Guide to Creating Software Products*, Berkeley, CA: Apress, 2021.
[23] M. Utami, and E. D. Putra, "Metode Identifikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Haar Feature," *JSAI: Journal Scientific and Applied Informatics*, vol. 6, no. 3, pp. 488–492, 2023,
[24] A. I. Pradana dan W. Wijiyanto, "Identifikasi Jenis Kelamin Otomatis Berdasarkan Mata Manusia Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dan Haar Cascade Classifier," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 502–511, 2024.
[25] A. Firmansyah, *et al.*, "Sistem Absensi Mahasiswa Menggunakan Face Recognition Dengan Algoritma CNN," *Jurnal AI dan SPK*, vol 2, no.8, pp. 250-258, 2024.
[26] O. Pribadi, "Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier Dan Local Binary Pattern Histogram", *Jurnal Times* (*Technology Informatics & Computer System*), vol. 12, no. 1, pp 40-47, 2023.
[27] H. Kurniawan, K. Kusrini, and K. Kusnawi, "Klasifikasi Pengenalan Wajah Siswa Pada Sistem Kehadiran dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 7, no. 2, pp. 846, 2023.
[28] A. K. Muttaqiin, H. Yuana, and M. T. Chulkamdi, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Pengenalan Ekspresi Wajah," *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JURASIK)*, vol. 8, no. 2, pp. 772–792, 2023.
[29] J. Homepage, I. Permana, and F. Nur Salisah, "Pengaruh Normalisasi Data Terhadap Performa Hasil Klasifikasi Algoritma Backpropagation", *Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 158-168, 2022.