
IMPLEMENTASI CNN (VGG16) UNTUK VERIFIKASI KEMIRIPAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN GOOGLE COLAB DAN GOOGLE DRIVE

Oleh:

Dwita Amalia Rizki¹

Noor Latifah²

Universitas Muria Kudus

Alamat: JL. Lingkar Selatan, Gondangmanis, Bae, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah
(59327)

Korespondensi Penulis: 202253029@std.umk.ac.id, noor.latifah@umk.ac.id.

Abstract. This study implements the VGG16 Convolutional Neural Network (CNN) architecture to perform facial image similarity verification within a cloud computing environment based on Software as a Service (SaaS), utilizing Google Colab and Google Drive. Ten facial images were uploaded through the Colab interface and automatically stored in a structured directory on Google Drive to ensure consistent data management. Each image underwent preprocessing and feature extraction using the VGG16 model without its classification layers, and the resulting feature vectors were compared using cosine similarity. The cosine values were converted into percentage form to provide more intuitive similarity interpretation. Experimental results show that Image 1, used as the reference image, produced similarity percentages ranging from 68.1% to 90.2% when compared to the other nine images. These variations reflect differences in facial features caused by changes in angle, lighting, expression, and image quality. A bar chart and tabulated results are included to enhance the clarity of similarity analysis. Overall, the findings demonstrate that the integration of VGG16, cosine similarity, and cloud-based SaaS services is effective for facial similarity verification, providing structured, informative, and easily interpretable outputs suitable for cloud-based authentication applications.

IMPLEMENTASI CNN (VGG16) UNTUK VERIFIKASI KEMIRIPAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN GOOGLE COLAB DAN GOOGLE DRIVE

Keywords: Cloud SaaS, CNN, Cosine Similarity, Image Verification, VGG16

Abstrak. Penelitian ini mengimplementasikan *Convolutional Neural Network* (CNN) arsitektur VGG16 untuk melakukan verifikasi kemiripan citra wajah pada lingkungan komputasi awan berbasis *Software as a Service* (SaaS) menggunakan Google Colab dan Google Drive. Sepuluh citra wajah diunggah melalui antarmuka Colab dan secara otomatis disimpan pada direktori Google Drive untuk menjaga struktur dan konsistensi data. Setiap citra diproses melalui tahapan preprocessing dan ekstraksi fitur menggunakan model VGG16 tanpa lapisan klasifikasi, kemudian hasil ekstraksinya dibandingkan menggunakan *cosine similarity*. Nilai *cosine* yang diperoleh dikonversi ke dalam bentuk persentase untuk memudahkan interpretasi tingkat kemiripan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Gambar 1 sebagai citra acuan memiliki tingkat kemiripan bervariasi terhadap sembilan citra lainnya, yaitu antara 68.1% hingga 90.2%, yang mengindikasikan perbedaan fitur wajah akibat variasi sudut, pencahayaan, ekspresi, dan kualitas citra. Visualisasi berupa grafik batang dan tabel disertakan untuk memperjelas pemahaman terhadap hasil perhitungan. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi CNN VGG16, cosine similarity, dan layanan cloud SaaS efektif dalam melakukan verifikasi kemiripan wajah, serta mampu memberikan hasil pengukuran yang terstruktur, informatif, dan mudah diinterpretasikan pada aplikasi autentikasi berbasis cloud.

Kata Kunci: Cloud SaaS, CNN, Cosine Similarity, Verifikasi Citra, VGG16

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi pengolahan citra wajah (*face verification*) semakin pesat, terutama pada bidang biometrik yang digunakan untuk verifikasi identitas. Teknologi ini banyak diimplementasikan pada sistem absensi digital, autentikasi pengguna, dan kontrol akses berbasis pengenalan wajah. Dalam proses verifikasi wajah, model *deep learning* seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) umum digunakan karena kemampuannya mengekstraksi fitur citra secara mendalam dan akurat.

Salah satu arsitektur CNN yang banyak dimanfaatkan adalah VGG16, karena performanya yang konsisten dalam menghasilkan representasi fitur wajah. (Insani and Santoso 2024) menunjukkan bahwa VGG16 mampu bersaing dengan arsitektur seperti ResNet dan *InceptionV3* dalam sistem absensi berbasis wajah. Penelitian lain oleh (K. Margolang, S. Riyadi, R. Rosnelly 2023) juga membuktikan bahwa VGG16 efektif untuk mengekstraksi fitur wajah bermasker yang selanjutnya diklasifikasikan menggunakan *Multilayer Perceptron* (MLP). Bahkan, pada domain citra yang lebih kompleks, VGG16 terbukti lebih unggul dibandingkan arsitektur LeNet (M. Pradana 2023).

Meskipun demikian, mayoritas penelitian masih berfokus pada klasifikasi citra, seperti deteksi masker atau identifikasi ekspresi wajah. Sebagai contoh, penelitian oleh (Naufal et al. 2021) menggunakan VGG16 untuk klasifikasi masker wajah tetapi tidak membahas aspek verifikasi kemiripan citra. Hal ini menunjukkan masih adanya celah penelitian, khususnya terkait integrasi VGG16 dan *cosine similarity* untuk verifikasi wajah berbasis *cloud computing*.

Perkembangan layanan cloud, khususnya model *Software as a Service* (SaaS), juga berperan penting dalam pengembangan sistem pengolahan citra modern. Dengan pendekatan SaaS, pengguna tidak memerlukan perangkat keras berperforma tinggi karena proses komputasi dilakukan sepenuhnya di server. Beberapa penelitian telah menerapkan pendekatan ini, seperti (Asmara et al. 2020) yang membangun sistem *face recognition* pada layanan berbasis web dengan penyimpanan cloud. Penelitian lain juga menegaskan pentingnya arsitektur berbasis server dan cloud untuk meningkatkan skalabilitas serta reliabilitas sistem.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memanfaatkan Google Colab sebagai platform komputasi dan Google Drive sebagai penyimpanan cloud untuk mengembangkan sistem verifikasi wajah menggunakan VGG16 dan *cosine similarity*. Sistem ini juga dilengkapi visualisasi persentase kemiripan untuk memudahkan interpretasi hasil verifikasi.

KAJIAN TEORITIS

Face Verification

Face verification merupakan proses membandingkan dua citra wajah untuk menentukan apakah keduanya berasal dari orang yang sama. Berbeda dari klasifikasi

IMPLEMENTASI CNN (VGG16) UNTUK VERIFIKASI KEMIRIPAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN GOOGLE COLAB DAN GOOGLE DRIVE

wajah, verifikasi fokus pada pengukuran kemiripan antar vektor fitur, bukan penentuan kelas tertentu.

Convolutional Neural Network (CNN)

CNN adalah arsitektur deep learning yang dirancang untuk mengolah data berbentuk grid seperti citra. CNN memiliki kemampuan mengekstraksi fitur hierarkis sehingga banyak digunakan pada tugas-tugas visi komputer, termasuk pengenalan wajah. Dalam konteks verifikasi, CNN berperan sebagai feature extractor yang menghasilkan representasi vektor dari suatu citra.

Arsitektur VGG16

VGG16 merupakan CNN pra-latih yang terkenal karena struktur konvolusi berlapis dan performa yang stabil. Arsitektur ini telah banyak digunakan pada penelitian pengolahan wajah. Beberapa temuan penting:

1. VGG16 kompetitif dibandingkan ResNet dan *InceptionV3* dalam sistem absensi wajah (Insani and Santoso 2024).
2. Efektif untuk fitur wajah bermasker ketika digabungkan dengan MLP (K. Margolang, S. Riyadi, R. Rosnelly 2023).
3. Lebih unggul daripada LeNet pada citra kompleks (M. Pradana 2023).

Cosine Similarity

Cosine similarity mengukur kedekatan arah dua vektor dalam ruang fitur. Metode ini sederhana, cepat, dan umum digunakan dalam verifikasi wajah. (Sirait et al. 2025) menunjukkan bahwa nilai *cosine similarity* dapat dijadikan dasar keputusan verifikasi melalui penetapan *threshold* tertentu.

Hyperparameter dan Optimizer

Kinerja CNN sangat dipengaruhi oleh pemilihan optimizer. (K. Wardani, H. Suryalim, V. Engel 2023) menunjukkan bahwa algoritma optimasi seperti Adam dan SGD dapat memengaruhi akurasi ekstraksi fitur wajah pada VGG16.

Cloud Computing dan SaaS

Cloud computing memungkinkan pemrosesan deep learning dilakukan tanpa perangkat keras lokal berperforma tinggi. Model *Software as a Service* (SaaS) menyediakan layanan komputasi yang dapat dijalankan melalui antarmuka web. Penelitian terkait:

1. Sistem face recognition berbasis web dengan pemrosesan cloud (Asmara et al. 2020).
2. Arsitektur absensi wajah berbasis server-cloud yang meningkatkan skalabilitas (Anshori, Widya, and Fitriani 2025).

Google Colab dan Google Drive

Google Colab menyediakan GPU gratis untuk pemrosesan deep learning, sedangkan Google Drive digunakan sebagai penyimpanan citra dan hasil ekstraksi fitur. Keduanya mendukung pengembangan sistem verifikasi wajah berbasis cloud.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu pengaturan lingkungan komputasi, pengumpulan data, preprocessing citra, ekstraksi fitur, perhitungan kemiripan, visualisasi, evaluasi, dan validasi hasil. Seluruh proses dijalankan menggunakan Google Colab dan Google Drive sebagai platform berbasis cloud.

Lingkungan Penelitian

Penelitian dilakukan pada lingkungan komputasi berbasis cloud dengan memanfaatkan layanan *Software as a Service* (SaaS). Google Colab digunakan untuk menjalankan proses ekstraksi fitur dan perhitungan kemiripan citra menggunakan GPU/TPU cloud, sedangkan Google Drive digunakan sebagai media penyimpanan dataset dan hasil keluaran. Pendekatan komputasi cloud ini mengurangi ketergantungan pada perangkat keras lokal dan memungkinkan proses dilakukan secara lebih fleksibel. Metode serupa telah digunakan dalam penelitian verifikasi wajah berbasis CNN di Indonesia, misalnya sistem absensi dan akses kontrol menggunakan *cosine similarity* (Prakoso, Ariono, and Silfianti 2024). Selain itu, pemanfaatan Google Drive sebagai layanan SaaS untuk penyimpanan data juga sejalan dengan penelitian (M. Dinar 2024).

IMPLEMENTASI CNN (VGG16) UNTUK VERIFIKASI KEMIRIPAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN GOOGLE COLAB DAN GOOGLE DRIVE

Dataset dan Pengumpulan Data

Dataset berupa citra wajah berformat JPG/PNG yang diunggah melalui antarmuka Google Colab. Setiap citra disimpan dalam folder terstruktur di Google Drive berdasarkan identitas pemiliknya. Struktur semacam ini umum digunakan pada sistem verifikasi wajah untuk memudahkan proses pemanggilan dan pembandingan citra antar individu.

Preprocessing Citra

Seluruh citra di-resize menjadi 224×224 piksel untuk menyesuaikan format masukan model VGG16. Setelah itu citra diubah menjadi array numerik dan dinormalisasi menggunakan fungsi *preprocess_input()* dari Keras agar berada pada skala yang sama dengan data pelatihan ImageNet.

Ekstraksi Fitur Menggunakan VGG16

Ekstraksi fitur dilakukan menggunakan VGG16 pra-terlatih dengan parameter *include_top=False*, sehingga model hanya menghasilkan vektor fitur tanpa lapisan klasifikasi. Teknik ini umum diterapkan pada penelitian pengenalan wajah, termasuk dalam aplikasi rekomendasi kacamata berbasis CNN (Pratiwi 2024).

Perhitungan Kemiripan Citra

Dua vektor fitur dari citra input dan citra referensi dibandingkan menggunakan *cosine similarity* untuk memperoleh tingkat kemiripan. Metode ini banyak digunakan dalam verifikasi wajah karena menilai kesesuaian berdasarkan arah vektor fitur, bukan sekadar jaraknya. Nilai *cosine similarity* kemudian dibandingkan dengan *threshold* tertentu untuk menentukan apakah pasangan citra dinyatakan “*match*” atau “*not match*”. Nilai threshold ditentukan melalui eksperimen awal agar akurat dan stabil.

Visualisasi Hasil

Pada bagian visualisasi hasil, verifikasi kemiripan wajah disajikan melalui tampilan persentase nilai *cosine similarity*, menampilkan kedua citra wajah secara

berdampingan, serta dilengkapi grafik batang yang menunjukkan tingkat *similarity*, sehingga pengguna dapat memahami hasil verifikasi dengan lebih jelas dan intuitif.

Evaluasi Sistem

Evaluasi dilakukan dengan menguji beberapa pasangan citra terdaftar (*registered*) dan citra uji (test). Setiap pasangan menghasilkan nilai *cosine similarity*, yang kemudian dievaluasi berdasarkan threshold dan kategori kecocokan. Tahap ini digunakan untuk menilai konsistensi dan keakuratan proses verifikasi.

Validasi Metode

Sebagai bagian dari validasi, hasil sistem dibandingkan dengan temuan penelitian sejenis yang memanfaatkan CNN untuk verifikasi atau pengenalan wajah. Penelitian oleh (Muliarta and Astawa 2024) mengenai penggunaan CNN untuk *face recognition* dalam konteks pembelajaran daring menunjukkan relevansi model CNN dalam pengolahan citra wajah pada aplikasi nyata, sehingga mendukung metode yang digunakan dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Perhitungan Kemiripan Citra

Proses verifikasi kemiripan wajah dilakukan menggunakan kombinasi model *deep learning Convolutional Neural Network* (CNN) arsitektur VGG16 dan metode *cosine similarity*. Setiap citra yang diuji diekstraksi menggunakan model VGG16 yang telah diprakalih pada dataset ImageNet. Model ini digunakan tanpa lapisan klasifikasi (*include_top=False*) sehingga menghasilkan vektor fitur berdimensi 512 yang merepresentasikan karakteristik visual dari wajah. Secara matematis, proses ekstraksi fitur dapat dituliskan sebagai berikut $f_X = VGG16(X)$ di mana $f_X \in R^{512}$ adalah vektor fitur citra X . Ekstraksi fitur menghasilkan vektor \hat{f}_X . Setelah L2-normalisasi:

$$\hat{f}_X = \frac{f_X}{\|f_X\|_2}$$

Cosine similarity dua vektor ter-normalisasi:

$$\text{cosine}(A, B) = \hat{f}_A \cdot \hat{f}_B$$

Konversi ke persen:

IMPLEMENTASI CNN (VGG16) UNTUK VERIFIKASI KEMIRIPAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN GOOGLE COLAB DAN GOOGLE DRIVE

$$\text{Similarity}(\%) = \cosine(A, B) \times 100$$

Data hasil percobaan

Hasil tingkat kemiripan diperoleh dari proses perbandingan sepuluh citra, di mana satu citra digunakan sebagai citra acuan. Ilustrasi perbandingan tersebut ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Gambar 1. Gambar pembanding

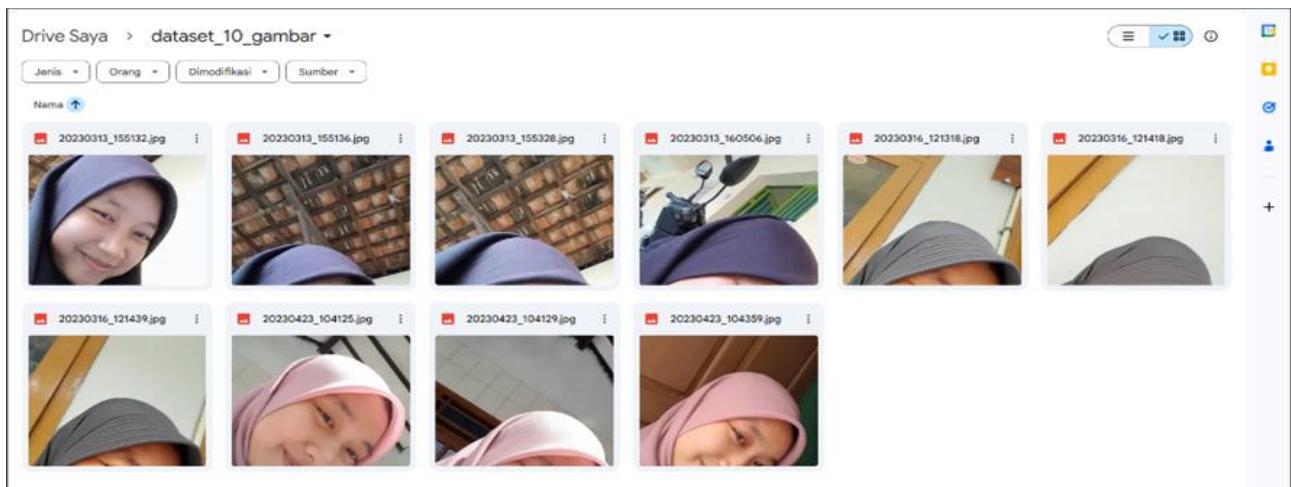


Gambar 2. Hasil tingkat kemiripan terhadap gambar 1



Sepuluh gambar yang diunggah melalui antarmuka Google Colab secara otomatis dipindahkan dan disimpan ke dalam direktori khusus di Google Drive. Setiap berkas yang berhasil diunggah akan dipindahkan dari penyimpanan sementara Colab ke folder permanen yang telah ditentukan oleh peneliti, sehingga seluruh citra tersimpan secara terstruktur dan aman di dalam lingkungan cloud. Penyimpanan ini memastikan bahwa seluruh gambar dapat diakses kembali pada tahap ekstraksi fitur dan perhitungan kemiripan, serta tidak hilang meskipun sesi Colab berakhir. Dengan demikian, Google Drive berfungsi sebagai repositori utama untuk dataset citra yang digunakan selama proses pengujian.

Gambar 1. Gambar tersimpan di Google Drive



Nilai persentase kemiripan yang diperoleh dengan menggunakan Gambar 1 sebagai citra acuan ditampilkan pada tabel berikut. Konversi menuju nilai cosine similarity dilakukan dengan membagi nilai persentase terhadap 100.

Tabel 1. Nilai persentase

Pasangan	Kemiripan (%)	Cosine
G2 vs G1	90.2%	0.902
G3 vs G1	87.3%	0.873
G4 vs G1	72.1%	0.721
G5 vs G1	72.9%	0.729
G6 vs G1	72.1%	0.721
G7 vs G1	72.8%	0.728
G8 vs G1	68.4%	0.684

IMPLEMENTASI CNN (VGG16) UNTUK VERIFIKASI KEMIRIPAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN GOOGLE COLAB DAN GOOGLE DRIVE

G9 vs G1	68.1%	0.681
G10 vs G1	69.1%	0.691

Perhitungan untuk Gambar 2 vs Gambar 1

1. Nilai akhir yang diketahui

$$\text{Similarity} = 90.2\% \rightarrow \text{cosine} = \frac{90.2}{100} = 0.902$$

2. Pilih dua vektor mentah 3-D

Untuk memudahkan perhitungan, pilih vektor mentah (*unnormalized*) :

$$\mathbf{a} = [3.2, 0.0, 0.0]$$

$$\mathbf{b} = [4.059, 1.9428121370837685, 0.0]$$

Vektor-vektor ini dipilih sehingga norma $\|\mathbf{a}\| = 3.2$, $\|\mathbf{b}\| = 4.5$ dan dot product menghasilkan $\text{cosine} = 0.902$ langkah di bawah menunjukkan verifikasinya.

3. Hitung norma L2

$$\text{Norma } \mathbf{a}: \quad \|\mathbf{a}\| = \sqrt{3.2^2 + 0^2 + 0^2} = \sqrt{10.24} = 3.2$$

$$\text{Norma } \mathbf{b}: \quad \|\mathbf{b}\| = \sqrt{4.059^2 + 1.9428121370837685^2 + 0^2}$$

Hitung kuadrat komponen:

$$4.059^2 = 16.474481$$

$$1.9428121370837685^2 \approx 3.5255189999999996$$

Jumlah :

$$16.474481 + 3.525519 \approx 20.000000$$

Sehingga :

$$\|\mathbf{b}\|_2 = \sqrt{20.000000} = 4.5$$

4. Hitung dot product $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 3.2 \times 4.059 + 0 \times 1.942812 + 0 \times 0 = 12.9888$$

5. Konversi ke persen

$$\text{Similarity}(\%) = 0.902 \times 100 = 90.2\%$$

Hasil perhitungan kemiripan antara Gambar 1 sebagai citra acuan dan sembilan citra lainnya menunjukkan nilai yang berkisar antara 68.1% hingga 90.2%. Gambar 2 dan Gambar 3 memiliki kemiripan tertinggi, masing-masing 90.2% dan 87.3%, sehingga keduanya dianggap paling mendekati citra acuan. Sementara itu, citra seperti Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10 menunjukkan kemiripan lebih rendah (68–69%), yang mengindikasikan adanya perbedaan fitur wajah akibat variasi sudut, pencahayaan, ekspresi, atau kualitas citra. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa VGG16 mampu mengekstraksi fitur wajah secara konsisten, di mana citra yang sangat mirip cenderung memiliki nilai kemiripan di atas 85%, sedangkan citra yang kurang serupa berada di bawah 75%. Dengan demikian, kombinasi VGG16 dan *cosine similarity* terbukti efektif dan dapat diandalkan dalam proses verifikasi wajah berbasis cloud.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem verifikasi kemiripan wajah berbasis cloud yang memanfaatkan model CNN VGG16 sebagai ekstraktor fitur dan *cosine similarity* sebagai metode pengukuran kedekatan fitur mampu memberikan hasil yang konsisten dan akurat. Nilai kemiripan yang diperoleh menunjukkan bahwa citra dengan karakteristik wajah yang serupa menghasilkan persentase *similarity* yang tinggi, sedangkan citra dengan variasi sudut, pencahayaan, dan ekspresi menghasilkan nilai yang lebih rendah. Temuan ini membuktikan bahwa pendekatan VGG16 dan *cosine similarity* efektif digunakan dalam proses verifikasi wajah pada lingkungan komputasi berbasis cloud seperti Google Colab dan Google Drive.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama terkait jumlah citra uji yang terbatas dan tidak mencakup variasi ekstrem seperti kondisi gelap, kualitas kamera rendah, atau sudut wajah ekstrem. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan pengujian dengan dataset yang lebih besar dan lebih beragam, termasuk citra multi-sudut, multi-pencahayaan, serta integrasi model CNN yang lebih mutakhir seperti *FaceNet* atau *MobileFaceNet*. Pengembangan antarmuka aplikasi berbasis cloud yang lebih interaktif dan otomatis juga dapat menjadi rekomendasi agar sistem verifikasi wajah dapat diimplementasikan secara lebih luas dan praktis.

IMPLEMENTASI CNN (VGG16) UNTUK VERIFIKASI KEMIRIPAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN GOOGLE COLAB DAN GOOGLE DRIVE

DAFTAR REFERENSI

- Anshori, Moh, Aris Widya, and A. Fitriani. 2025. "Sistem Informasi Manajemen Absensi Terintegrasi Aplikasi Absensi Face Recognition Berbasis Web."
- Asmara, Rosa Andrie, Muhammad Ridwan, Anik Nur Handayani, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Convolutional Neural Network, and Face Recognition. 2020. "PENGEMBANGAN SISTEM FACE RECOGNITION MENGGUNAKAN CLOUD SERVICE , RASPBERRY PI DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK." 95–102.
- Insani, Muhammad Khatama, and Dwi Budi Santoso. 2024. "Perbandingan Kinerja Model Pre-Trained CNN (VGG16 , Wajah Pada Sistem Absensi Karyawan Abstrak." 5(3):2612–22.
- K. Margolang, S. Riyadi, R. Rosnelly, Wanayumini. 2023. "Pengenalan Masker Wajah Menggunakan VGG-16 Dan Multilayer Perceptron." 17(2):80–87.
- K. Wardani, H. Suryalim, V. Engel, H. Christian. 2023. "Analisis Pemilihan Optimizer Dalam Arsitektur Convolution Neural Network VGG16 Dan Inception." 9(2):186–94.
- M. Dinar, Darso. 2024. "Pelatihan Cloud Computing Menggunkan Google Drive Sebagai Software as a Service (SaaS) Untuk Mendukung Backup Data Tugas Sekolah Cloud Computing Training Using Google Drive as Software as a Service (SaaS) to Support School Assignment Data Backup." 1(3):150–60.
- M. Pradana, H. Khoirunnisa. 2023. "ANALISIS PERFORMA ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS MENGGUNAKAN ARSITEKTUR LENET DAN VGG16." 6(2).
- Muliarta, I. Nyoman Restu, and I. Gede Santi Astawa. 2024. "Rancang Bangun Face Recognition Menggunakan Metode Convolutonal Neural Network Untuk Mendeteksi Keseriusan Mahasiswa Dalam Pembelajaran Daring." 13(2):339–46.
- Naufal, Mohammad Farid, Selvia Ferdiana Kusuma, Universitas Surabaya, Penulis Korespondensi, and Transfer Learning. 2021. "PENDETEKSI CITRA MASKER

WAJAH MENGGUNAKAN CNN DAN TRANSFER.” 8(6):1293–1300. doi: 10.25126/jtiik.202185201.

Prakoso, Galih, Rizky Ariono, and Widya Silfianti. 2024. “Rancang Bangun Aplikasi Absensi Pegawai Dengan Face Recognition Berbasis Android Di PT . Nutech Integrasi.” 7(2):555–68. doi: 10.32493/jtsi.v7i2.38812.

Pratiwi, I. 2024. “IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK REKOMENDASI MODEL KACAMATA SECARA ONLINE.” 3(8).

Sirait, Azrai, Muhammad Siddik, Teknik Informatika, Universitas Asahan, Sumatera Utara, and Teknik Informatika. 2025. “IMPLEMENTASI ALGORITMA COSINE SIMILARITY DALAM PENGENALAN.” 9(1):1–17.