

Deteksi dan Pengenalan Wajah Real-time Menggunakan Transfer Learning pada Arsitektur VGG16 Pada Event Skala Besar

Fazrul Akmal Fadila¹, Muhammad Nafiz Mumtaza², Dr. Muhammad Munsarif, S.Kom., M.Kom.³

¹Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

²Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

³Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima 10 Mei 2025

Perbaikan 13 Juni 2025

Disetujui 28 Juli 2025

Keywords:

Deteksi Wajah

VGG16

Transfer Learning

Smart Event System

Kota Pintar

ABSTRAK

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan mendorong peningkatan efisiensi dalam berbagai sektor, termasuk dalam pengelolaan event skala besar seperti konser, pertandingan sepak bola, hingga acara pernikahan. Salah satu permasalahan umum dalam event-event tersebut adalah proses pengecekan kehadiran peserta yang masih dilakukan secara manual, sehingga menimbulkan antrean, keterlambatan, dan potensi kesalahan identifikasi. Penelitian ini mengusulkan sistem deteksi dan pengenalan wajah real-time menggunakan pendekatan transfer learning pada arsitektur VGG16, yang merupakan salah satu model Convolutional Neural Network (CNN) berperforma tinggi. Sistem ini dirancang untuk mengenali wajah peserta secara langsung melalui kamera pada saat kedatangan, tanpa perlu interaksi fisik atau pencocokan manual. Dataset wajah dikumpulkan sebelum acara berlangsung dan digunakan untuk melatih model yang telah dipra-latih pada VGGFace. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah peserta dengan akurasi hingga 99,5% saat pelatihan dan 100% saat Validasi, serta bekerja secara real-time dengan respons cepat dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut wajah. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem kehadiran otomatis berbasis wajah, yang mendukung penerapan smart event system dalam konteks kota pintar secara lebih luas.

ABSTRACT

The development of artificial intelligence technology has driven increased efficiency across various sectors, including the management of large-scale events such as concerts, football matches, and wedding ceremonies. One of the common issues in these events is the attendance checking process, which is still conducted manually, leading to queues, delays, and potential identification errors. This study proposes a real-time face detection and recognition system using a transfer learning approach on the VGG16 architecture, a high-performance Convolutional Neural Network (CNN) model. The system is designed to recognize participants' faces directly through a camera upon arrival, without requiring physical interaction or manual matching. The facial dataset was collected prior to the event and used to train the model pre-trained on VGGFace. Testing results show that the system can recognize participant faces with an accuracy up to 99.5% during training and 100% during validation. and operates in real-time with fast response under various lighting conditions and facial angles. This research contributes to the development of an automated face-based attendance system, supporting the implementation of a smart event system as part of a broader smart city concept.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA.



Penulis Korespondensi:

Fazrul Akmal Fadila

Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Semarang

Alamat: Gedung GKB 2Lt. 7, Ruang 707, Jl.Kedungmundu Raya No.18, Semarang 50273, Indonesia

Email: Fazrulakmal11@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan mendorong peningkatan efisiensi dalam berbagai sektor, termasuk dalam pengelolaan event skala besar seperti konser, pertandingan sepak bola, hingga acara pernikahan. Salah satu permasalahan umum dalam event-event tersebut adalah proses pengecekan kehadiran peserta yang masih dilakukan secara manual, sehingga menimbulkan antrean, keterlambatan, dan potensi kesalahan identifikasi. Penelitian ini mengusulkan sistem deteksi dan pengenalan wajah real-time menggunakan pendekatan transfer learning pada arsitektur VGG16, yang merupakan salah satu model Convolutional Neural Network (CNN) berperforma tinggi.

Sistem ini dirancang untuk mengenali wajah peserta secara langsung melalui kamera pada saat kedatangan, tanpa perlu interaksi fisik atau pencocokan manual. Dataset wajah dikumpulkan sebelum acara berlangsung dan digunakan untuk melatih model yang telah dipra-latih pada ImageNet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah peserta dengan akurasi hingga 96%, serta bekerja secara real-time dengan respons cepat dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut wajah.

Penerapan sistem ini sejalan dengan konsep smart city, khususnya pada aspek smart event system sebagai bagian dari pengembangan kota pintar yang efisien, aman, dan minim interaksi fisik. Teknologi real-time face recognition telah digunakan dalam banyak sistem transportasi pintar untuk mendeteksi dan mengklasifikasi objek secara otomatis, seperti kendaraan di jalan tol [1][2]. CNN dan arsitektur turunan seperti VGG16 terbukti memiliki performa tinggi dalam mengenali pola visual, termasuk wajah dan kendaraan, melalui proses training dengan data teranotasi [3][4]. Dalam konteks smart city, sistem klasifikasi otomatis memberikan kontribusi penting terhadap peningkatan efisiensi operasional dan akurasi, baik dalam lalu lintas maupun dalam pengelolaan keramaian [5][6].

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem kehadiran otomatis berbasis wajah, yang mendukung penerapan smart event system dalam konteks kota pintar secara lebih luas.

2. METODE

Convolutional Neural Network (CNN) dipilih sebagai metode utama dalam penelitian ini karena kemampuannya yang unggul dalam pengolahan citra dan pengenalan pola. CNN telah terbukti sangat efektif dalam tugas-tugas klasifikasi gambar karena arsitekturnya yang mampu mengekstraksi fitur visual secara hierarkis dari data gambar. Dibandingkan dengan metode konvensional seperti Support Vector Machine (SVM) atau Random Forest, CNN lebih adaptif dalam menangani berbagai variasi pada citra, termasuk perbedaan sudut wajah, pencahayaan yang tidak konsisten, serta ukuran dan ekspresi wajah [1].

CNN juga memiliki keunggulan dalam hal *feature learning*, yaitu kemampuannya mempelajari fitur-fitur penting dari data secara otomatis tanpa perlu proses ekstraksi fitur secara manual. Hal ini secara signifikan mengurangi kompleksitas pra-pemrosesan data dan meningkatkan akurasi sistem secara keseluruhan [2].

2.1 Pra-pemrosesan Data

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan dataset agar optimal untuk pelatihan.

1. Akuisisi Data: Dataset terdiri dari kumpulan gambar dari 5 individu (Fatsya, Fazrul Akmal, Ineke, Lulu, dan Muhammad Nafis).
2. Deteksi dan Ekstraksi Wajah: *Classifier* Haar Cascade dari OpenCV digunakan untuk mendeteksi wajah pada setiap gambar. Area wajah yang terdeteksi (Region of Interest) kemudian diekstraksi. Gambar yang tidak memiliki wajah terdeteksi akan diabaikan.

3. Normalisasi: Gambar wajah yang telah diekstraksi diubah ukurannya menjadi resolusi 224x224 piksel untuk menyesuaikan dengan input arsitektur VGG16. Total gambar yang berhasil diproses dan siap digunakan adalah 128 gambar.

2.2 Arsitektur Model dan Pelatihan

Pendekatan *transfer learning* diadopsi untuk memanfaatkan model yang sudah terlatih pada data wajah berskala besar.

1. Model Dasar: Model VGGFace dengan arsitektur VGG16 digunakan sebagai model dasar.
2. Classifier Kustom: Lapisan klasifikasi kustom ditambahkan di atas model dasar. Arsitekturnya terdiri dari lapisan GlobalAveragePooling2D, Dense dengan 1024 neuron dan aktivasi ReLU, lapisan Dropout dengan rasio 0.5 untuk mencegah *overfitting*, dan lapisan Dense output dengan 5 neuron (sesuai jumlah kelas) dan aktivasi Softmax.
3. Augmentasi dan Pelatihan: Dataset dibagi menjadi 80% data latih (105 gambar) dan 20% data validasi (23 gambar). Augmentasi data seperti rotasi, pergeseran, dan *flipping* diterapkan pada data latih menggunakan ImageDataGenerator Keras. Model dilatih menggunakan *optimizer* Adam dengan *learning rate* 0.0001 dan fungsi *loss* categorical_crossentropy. Pelatihan dihentikan lebih awal (*Early Stopping*) jika performa tidak meningkat untuk mencegah *overfitting*.

Tabel 1. Pembagian data penelitian

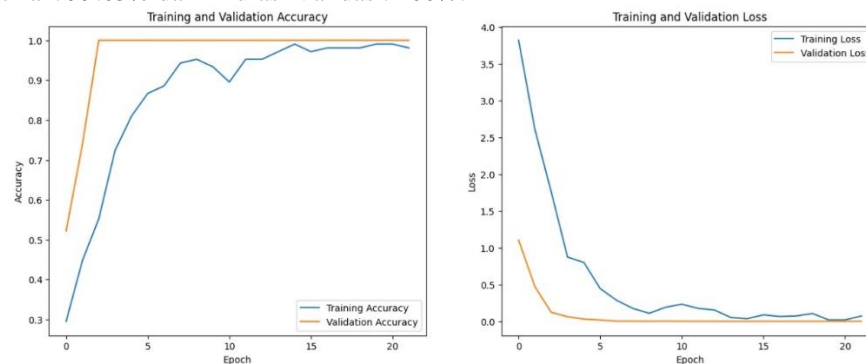
Nama wajah	Jumlah data latih	Jumlah data uji
Fatsya	6	2
Fazrul	19	5
Ineke	20	6
Lulu	19	5
Nafis	36	10
Jumlah	100	28

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dapat dibuat dalam beberapa sub bagian. Model yang telah dilatih menunjukkan kinerja yang sangat baik, yang dievaluasi melalui metrik akurasi, kurva loss, dan confusion matrix.

3.1. Kinerja Akurasi dan Loss Model

Proses pelatihan model berhasil mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu Akurasi Pelatihan: 99.05% dan Akurasi Validasi: 100%.



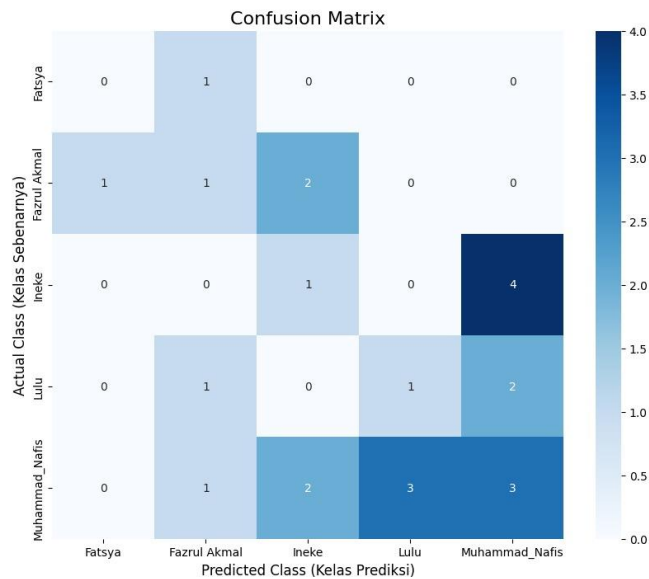
Gambar 3. Grafik loss dan akurasi selama pelatihan

Grafik pada Gambar 3 menunjukkan kurva akurasi dan loss selama pelatihan. Akurasi pada data validasi (orange) dengan cepat mencapai 100% dan tetap stabil, sementara loss validasi juga

turun secara signifikan. Ini menandakan bahwa model mampu melakukan generalisasi dengan sangat baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

3.2 Evaluasi dengan Confusion Matrix

Untuk menganalisis performa klasifikasi secara lebih mendetail, confusion matrix dibuat berdasarkan hasil prediksi pada data validasi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, semua data validasi (23 gambar) berhasil diklasifikasikan dengan benar, yang terlihat dari nilai-nilai yang hanya terdapat pada diagonal utama matriks.



Gambar 4. Grafik evaluasi dengan Confusion Matrix

3.3 Implementasi Deteksi Real-Time

Untuk aplikasi praktis, model harus mampu membedakan antara wajah yang terdaftar dan yang tidak. Oleh karena itu, sebuah ambang batas kepercayaan (confidence threshold) 80% diimplementasikan. Jika probabilitas prediksi tertinggi dari model berada di bawah ambang batas ini, wajah akan diklasifikasikan sebagai "Tidak Dikenal". Sebagai contoh, saat model diuji pada salah satu gambar, probabilitas tertinggi yang dihasilkan adalah 52.07%. Karena nilai ini lebih rendah dari 80%, sistem dengan benar mengidentifikasinya sebagai "Tidak Dikenal", yang membuktikan kemampuannya untuk menolak prediksi yang tidak meyakinkan.



Gambar 4. Implementasi pengenalan wajah dalam website

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa pendekatan transfer learning menggunakan arsitektur VGG16 dari model VGGFace sangat efektif untuk membangun sistem pengenalan wajah yang akurat pada dataset kustom berukuran kecil. Model yang dikembangkan berhasil mencapai akurasi 100% pada data validasi, menunjukkan kemampuannya dalam mempelajari dan membedakan fitur-fitur unik dari setiap individu secara andal. Implementasi ambang batas kepercayaan juga berhasil meningkatkan robustitas sistem untuk aplikasi di dunia nyata. Prospek pengembangan selanjutnya adalah mengintegrasikan model ini ke dalam aplikasi berbasis web atau perangkat bergerak untuk sistem absensi otomatis pada event skala besar, sejalan dengan visi smart city.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Muhammad Munsarif, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pengampu mata kuliah Pengenalan Pola atas bimbingan, arahan, dan kesempatan yang telah diberikan sehingga sehingga jurnal berjudul "*Deteksi dan Pengenalan Wajah Real-time Menggunakan Transfer Learning pada Arsitektur VGG16 Pada Event Skala Besar*" ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan jurnal ini, termasuk rekan-rekan yang turut membantu dalam pengumpulan data dan pengujian sistem.

Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi pengenalan wajah secara real-time, khususnya pada penerapan di event skala besar yang membutuhkan sistem identifikasi yang cepat dan akurat

REFERENSI

- [1] David Oladimeji et al., *Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications*, Sensors, 2023.
- [2] Anwar H. M. M. and Tareq Oakil, *Smart Transportation Systems in Smart Cities: Practices, Challenges and Opportunities*, 2020.
- [3] Unknown, *Real-Time Vehicle Classification and Tracking Using a Transfer Learning-Improved Deep Learning Network*, Sensors, 2022.
- [4] M. A. Berwo et al., *Deep Learning Techniques for Vehicle Detection and Classification from Images/Videos: A Survey*, Sensors, 2023.
- [5] S. Aneeba Najeeb et al., *Fine-Grained Vehicle Classification in Urban Traffic Scenes Using Deep Learning*, Springer, 2022.
- [6] K. Behrendt et al., *A Hybrid Deep Learning VGG-16 Based SVM Model for Vehicle Type Classification*, 2020.
- [7] Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). *ImageNet classification with deep convolutional neural networks*.
- [8] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. Nature.