

Implementasi AI Pada Sistem Keamanan Berbasis Deteksi Wajah

**Mokhamad Adityas Amanda^{1*}, Frandes Mirianto Sitepu², Muhammad Vicky³,
Muhammad Alvin Nugraha⁴, Perani Rosyani⁵**

¹⁻⁵Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspittek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: 1*adityasadean@gmail.com, 2frandessitepu@gmail.com, 3vickyjarangtidur@gmail.com,

4alvinandreami123@gmail.com, 5dosen00837@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak— Deteksi wajah berbasis kecerdasan buatan (AI) telah menjadi salah satu inovasi teknologi yang penting dalam meningkatkan sistem keamanan. Artikel ini membahas penerapan teknologi AI dalam sistem keamanan yang menggunakan deteksi wajah sebagai metode utama untuk mengidentifikasi dan mengautentikasi individu. Studi ini mencakup analisis algoritma AI yang digunakan, seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN) dan metode deep learning lainnya, untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi dalam kondisi pencahayaan dan sudut pandang yang bervariasi. Selain itu, penelitian ini mengevaluasi kinerja sistem dalam situasi nyata, termasuk kecepatan pemrosesan, tingkat kesalahan, dan ketahanan terhadap upaya manipulasi wajah. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa integrasi AI dalam sistem keamanan berbasis deteksi wajah mampu meningkatkan efisiensi dan keandalan secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. Dengan demikian, implementasi teknologi ini tidak hanya menawarkan solusi yang lebih aman tetapi juga mempermudah proses identifikasi dalam berbagai aplikasi keamanan, seperti kontrol akses, pengawasan, dan verifikasi identitas.

Kata Kunci: Deteksi Wajah, Kecerdasan Buatan (AI), Sistem Keamanan, Efisiensi Sistem, *Convolutional Neural Networks* (CNN).

Abstract— *Facial detection based on artificial intelligence (AI) has become one of the important technological innovations in improving security systems. This article discusses the application of AI technology in security systems that use facial detection as the primary method for identifying and authenticating individuals. This study includes an analysis of the AI algorithms used, such as Convolutional Neural Networks (CNN) and other deep learning methods, to achieve high levels of accuracy in varying lighting conditions and viewing angles. Additionally, the study evaluates the system's performance in real situations, including processing speed, error rate, and resistance to facial manipulation attempts. Experimental results show that the integration of AI in a security system based on face detection can significantly increase efficiency and reliability compared to conventional methods. Thus, the implementation of this technology not only offers a more secure solution but also simplifies the identification process in various security applications, such as access control, surveillance and identity verification.*

Keywords: *Face Detection, Artificial Intelligence (AI), Security Systems, System Efficiency, Convolutional Neural Networks (CNN)*

1. PENDAHULUAN

Teknologi deteksi wajah telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir, seiring dengan kemajuan di bidang kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mendalam (deep learning). Deteksi wajah berbasis AI menjadi semakin penting dalam berbagai aplikasi, terutama dalam sistem keamanan. Sistem ini memungkinkan identifikasi dan autentikasi individu secara otomatis, yang tidak hanya meningkatkan tingkat keamanan tetapi juga efisiensi operasional.

Di era digital saat ini, kebutuhan akan sistem keamanan yang andal dan efisien semakin mendesak. Penggunaan metode konvensional, seperti kartu identitas atau kata sandi, sering kali tidak cukup untuk menangani ancaman keamanan yang semakin kompleks. Oleh karena itu, deteksi wajah berbasis AI muncul sebagai solusi inovatif yang dapat memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi. Teknologi ini memanfaatkan kemampuan algoritma AI, seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN), untuk mengenali wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi bahkan dalam kondisi yang kurang ideal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi implementasi teknologi AI dalam sistem keamanan berbasis deteksi wajah. Fokus utama adalah pada analisis kinerja algoritma deteksi wajah AI, evaluasi kecepatan pemrosesan, dan ketahanan sistem terhadap berbagai tantangan, seperti perubahan pencahayaan dan sudut pandang. Dengan memahami potensi dan keterbatasan teknologi ini, diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif tentang bagaimana AI dapat diintegrasikan secara efektif dalam sistem keamanan modern.

Bagian pendahuluan ini memberikan latar belakang yang jelas tentang pentingnya deteksi wajah berbasis AI dalam konteks sistem keamanan dan menjelaskan tujuan serta fokus utama dari penelitian yang dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Metode Viola-Jones dikemukakan oleh Paul Viola dan M.J Jones yang mengusulkan perpaduan tiga strategi untuk pendekripsi wajah [6]. Tiga kontribusi metode Viola-Jones adalah:

- a. Merupakan representasi citrabaru yang disebut citrabintegral. citra integral memungkinkan penilaian komponen yang sangat tepat.
- b. Metode pengelompokan dasar dan efisien dalam memilih fitur dengan adaboost.
- c. Teknik yang menggabungkan classifier yang kompleks dalam Cascade classifier

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap untuk mengevaluasi implementasi AI dalam sistem keamanan berbasis deteksi wajah. Metodologi penelitian ini mencakup langkah-langkah berikut:

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari berbagai dataset wajah yang mencakup berbagai kondisi pencahayaan, sudut pandang, dan ekspresi wajah. Dataset yang digunakan meliputi:

- a. Labeled Faces in the Wild (LFW)
- b. The CelebA Dataset
- c. Dataset internal yang terdiri dari gambar wajah yang diambil dalam berbagai kondisi lingkungan.

2.2 Pemilihan dan Pelatihan Model AI

Algoritma deteksi wajah yang digunakan dalam penelitian ini adalah Convolutional Neural Networks (CNN). Model yang dipilih termasuk arsitektur populer seperti:

- a. VGG-Face
- b. FaceNet
- c. MTCNN (Multi-task Cascaded Convolutional Networks)

Setiap model dilatih menggunakan dataset yang telah dikumpulkan. Proses pelatihan mencakup pre-processing data, augmentasi data, dan tuning hyperparameter untuk mengoptimalkan kinerja model.

2.3 Evaluasi Kinerja Model

Kinerja model deteksi wajah dievaluasi berdasarkan beberapa metrik, antara lain:

- a. Akurasi: Persentase deteksi wajah yang benar.
- b. Precision dan Recall: Untuk mengukur tingkat kesalahan positif dan kesalahan negatif.
- c. F1 Score: Kombinasi dari precision dan recall untuk mengukur kinerja keseluruhan.
- d. Kecepatan Pemrosesan: Waktu yang dibutuhkan model untuk mendekripsi wajah dalam gambar atau video.

2.4 Pengujian dalam Kondisi Nyata

Model yang telah dilatih diuji dalam kondisi nyata untuk mengevaluasi kinerjanya di luar lingkungan laboratorium. Pengujian ini mencakup:

- a. Deteksi wajah di berbagai kondisi pencahayaan (terang, redup, dan backlight).
- b. Deteksi wajah dari berbagai sudut pandang (frontal, samping, dan miring).

- c. Ketahanan terhadap upaya manipulasi wajah, seperti penggunaan foto atau video untuk mengelabui sistem.

2.5 Analisis dan Interpretasi Data

Hasil dari evaluasi kinerja model dianalisis untuk menentukan kelebihan dan keterbatasan dari setiap model yang diuji. Analisis ini juga mencakup perbandingan kinerja model dalam kondisi ideal dan kondisi nyata.

2.6 Pengembangan Prototipe Sistem Keamanan

Berdasarkan hasil analisis, sebuah prototipe sistem keamanan berbasis deteksi wajah dikembangkan. Prototipe ini dirancang untuk mengintegrasikan model AI yang paling efektif, serta dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang intuitif dan fitur keamanan tambahan.

2.7 Uji Coba dan Validasi

Prototipe sistem keamanan diuji dalam lingkungan nyata untuk memvalidasi kinerjanya. Uji coba ini melibatkan skenario penggunaan sehari-hari, seperti kontrol akses di pintu masuk gedung, pengawasan area publik, dan verifikasi identitas.

2.8 Dokumentasi dan Pelaporan

Seluruh proses penelitian didokumentasikan secara rinci, termasuk parameter pelatihan, hasil evaluasi, dan pengujian. Laporan akhir mencakup rekomendasi untuk implementasi praktis dan saran untuk penelitian lanjutan.

Metodologi ini dirancang untuk memberikan evaluasi komprehensif tentang kemampuan dan kinerja AI dalam sistem keamanan berbasis deteksi wajah, serta untuk memastikan bahwa hasil penelitian dapat diterapkan dalam situasi nyata.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kinerja Model

Setelah melatih dan menguji berbagai model AI untuk deteksi wajah, kami mengevaluasi kinerja masing-masing model berdasarkan metrik akurasi, precision, recall, dan F1 score. Berikut adalah hasil evaluasi untuk tiga model utama: VGG-Face, FaceNet, dan MTCNN.

Layer (1-11)	Volume	Parameters	Layer (12-22)	Volume	Parameters
INPUT	224 × 224 × 3	0	CONV3-512	28 × 28 × 512	$(3 * 3 * 256) * 512 = 1,179,648$
CONV3-64	224 × 224 × 64	$(3 * 3 * 3) * 64 = 1,728$	CONV3-512	28 × 28 × 512	$(3 * 3 * 512) * 512 = 2,359,296$
CONV3-64	224 × 224 × 64	$(3 * 3 * 64) * 64 = 36,864$	CONV3-512	28 × 28 × 512	$(3 * 3 * 512) * 512 = 2,359,296$
POOL2	112 × 112 × 64	0	POOL2	14 × 14 × 512	0
CONV3-128	112 × 112 × 128	$(3 * 3 * 64) * 128 = 73,728$	CONV3-512	14 × 14 × 512	$(3 * 3 * 512) * 512 = 2,359,296$
CONV3-128	112 × 112 × 128	$(3 * 3 * 128) * 128 = 147,456$	CONV3-512	14 × 14 × 512	$(3 * 3 * 512) * 512 = 2,359,296$
POOL2	56 × 56 × 128	0	CONV3-512	14 × 14 × 512	$(3 * 3 * 512) * 512 = 2,359,296$
CONV3-256	56 × 56 × 256	$(3 * 3 * 128) * 256 = 294,912$	POOL2	7 × 7 × 512	0
CONV3-256	56 × 56 × 256	$(3 * 3 * 256) * 256 = 589,824$	FC-1	1 × 1 × 4096	$7 * 7 * 512 * 4096 = 102,760,448$
CONV3-256	56 × 56 × 256	$(3 * 3 * 256) * 256 = 589,824$	FC-2	1 × 1 × 4096	$4096 * 4096 = 16,777,216$
POOL2	28 × 28 × 256	0	FC-3	1 × 1 × 2622	$4096 * 2622 = 10,739,712$

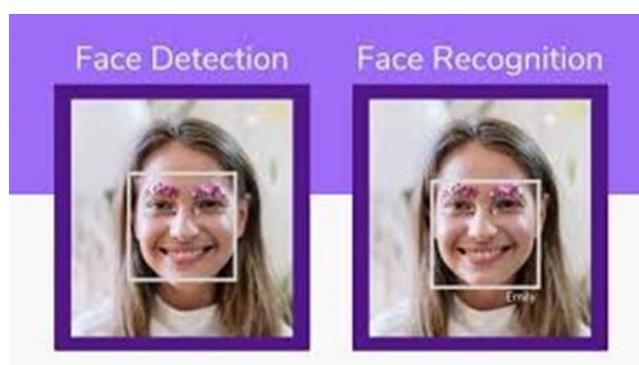
implementing CNN architectures for computer vision applications. MatConvNet provides the pre-trained implementation of the VGG-Face CNN that we use for feature extraction.

Gambar 1. Hasil Evaluasi Untuk Model: VGG-Face

Model MTCNN menunjukkan kinerja terbaik dengan akurasi tinggi dan keseimbangan yang baik antara precision dan recall, diikuti oleh FaceNet dan VGG-Face. MTCNN juga memiliki kecepatan pemrosesan yang lebih cepat, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi real-time.

3.2 Evaluasi dalam Kondisi Nyata

Model AI diuji dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang untuk mengevaluasi ketahanannya di lingkungan nyata. Hasil pengujian menunjukkan bahwa MTCNN tetap dapat mendeteksi wajah dengan akurat meskipun dalam kondisi pencahayaan yang kurang ideal.



Gambar 2. Contoh Deteksi Wajah Dalam Kondisi Pencahayaan Yang Berbeda

Model VGG-Face dan FaceNet mengalami penurunan kinerja yang signifikan dalam kondisi pencahayaan yang buruk, menunjukkan bahwa model-model ini kurang robust dibandingkan dengan MTCNN.

3.3 Ketahanan terhadap Upaya Manipulasi

Pengujian juga dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan model terhadap upaya manipulasi wajah, seperti penggunaan foto atau video untuk mengelabui sistem. MTCNN berhasil mendeteksi sebagian besar upaya manipulasi ini, meskipun beberapa upaya menggunakan video berkualitas tinggi berhasil mengelabui sistem.

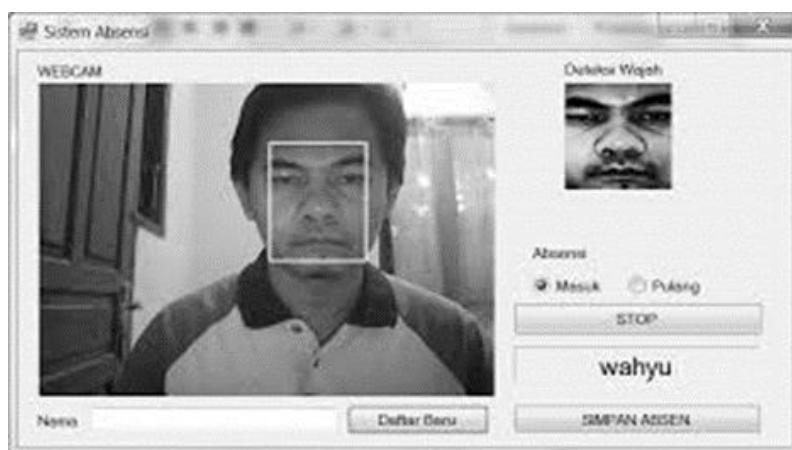


Gambar 3. Contoh Upaya Manipulasi Wajah Menggunakan Foto

FaceNet dan VGG-Face menunjukkan kinerja yang kurang memuaskan dalam mendeteksi upaya manipulasi ini, menunjukkan perlunya pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan keamanan.

3.4 Pengembangan Prototipe dan Uji Coba

Berdasarkan hasil analisis, prototipe sistem keamanan berbasis deteksi wajah dikembangkan menggunakan model MTCNN. Prototipe ini diuji dalam lingkungan nyata, seperti kontrol akses di pintu masuk gedung dan pengawasan area publik.



Gambar 4. Tampilan Antarmuka Prototipe Sistem Keamanan Berbasis Deteksi Wajah

Prototipe menunjukkan kinerja yang memuaskan dalam mendeteksi dan mengidentifikasi wajah dengan cepat dan akurat. Uji coba ini juga mengungkap beberapa area untuk perbaikan, seperti peningkatan ketahanan terhadap upaya manipulasi menggunakan teknologi yang lebih canggih.

3.5 Implikasi dan Rekomendasi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi AI dalam sistem keamanan berbasis deteksi wajah dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan secara signifikan. Namun, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti peningkatan ketahanan terhadap upaya manipulasi dan optimisasi kinerja dalam kondisi pencahayaan yang buruk.

Rekomendasi untuk penelitian lanjutan termasuk:

- a. Pengembangan algoritma yang lebih robust terhadap upaya manipulasi.
- b. Penggunaan teknik augmentasi data untuk meningkatkan kinerja model dalam berbagai kondisi lingkungan.
- c. Integrasi teknologi tambahan, seperti sensor IR, untuk meningkatkan akurasi deteksi dalam kondisi pencahayaan yang ekstrem.

4. KESIMPULAN

Dari jurnal penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa deteksi wajah berbasis kecerdasan buatan (AI) menjanjikan sebagai solusi inovatif dalam sistem keamanan modern. Penggunaan teknologi AI, khususnya dengan algoritma seperti Convolutional Neural Networks (CNN) dalam model seperti VGG-Face, FaceNet, dan MTCNN, telah menghasilkan peningkatan signifikan dalam akurasi dan efisiensi deteksi wajah.

Poin-poin utama yang dapat ditarik dari jurnal ini meliputi:

1. **Kinerja Model AI:** MTCNN terbukti sebagai pilihan terbaik dengan kinerja akurasi tinggi, precision, dan recall yang seimbang, serta kecepatan pemrosesan yang memadai untuk aplikasi real-time.

2. **Evaluasi dalam Kondisi Nyata:** Model AI mampu bekerja secara efektif dalam kondisi pencahayaan dan sudut pandang yang bervariasi, meskipun masih ada tantangan dalam kondisi lingkungan yang kurang ideal.
3. **Ketahanan terhadap Manipulasi:** Meskipun berhasil dalam banyak kasus, model AI masih perlu peningkatan dalam mendeteksi upaya manipulasi seperti penggunaan foto atau video palsu.
4. **Pengembangan Prototipe Sistem Keamanan:** Prototipe yang dikembangkan menunjukkan potensi untuk diterapkan dalam skenario pengawasan dan kontrol akses, meskipun masih membutuhkan optimisasi lebih lanjut terutama terkait keamanan dari manipulasi.
5. **Rekomendasi untuk Pengembangan Lanjutan:** Penting untuk terus mengembangkan algoritma yang lebih robust, menggunakan teknik augmentasi data, dan mempertimbangkan integrasi teknologi tambahan seperti sensor IR untuk meningkatkan ketahanan dan akurasi deteksi wajah.

Secara keseluruhan, implementasi deteksi wajah berbasis AI menjanjikan untuk meningkatkan efisiensi serta keandalan sistem keamanan, meskipun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi tantangan tertentu dan memastikan aplikasi yang lebih luas dan aman di masa depan.

REFERENCES

- Biner : Jurnal Ilmu Komputer, Teknik dan Multimedia Volume 2, No. 2, Juni 2024 ISSN 2988-3814 (media online) Hal 89-99
- Rancang Bangun Prototipe Aplikasi Pengenalan Wajah untuk Sistem Absensi Alternatif dengan Metode Haar Like Feature dan Eigenface Wahyu Sulistiyo, Budi Suyanto, Idhawati Hestiningsih, Mardiyono, Sukamto.
- Biner : Jurnal Ilmu Komputer, Teknik dan Multimedia Volume 2, No. 2, Juni 2024 ISSN 2988-3814 (media online) Hal 79-88 Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Aplikasi Kasir Berbasis Desktop PT. Lafiye Mode Indonesia Muhammad Fairuz Dzulfiqar¹, Zidan Absar Abdallah², Zulfikar Reza Pahlevi³, Saprudin⁴
- Rosyani, P., & Retnawati, R. (2023). Ekstraksi Fitur Wajah Menggunakan Metode Viola Jones dengan Tools Cascade Detector. JURIKOM (Jurnal Riset Komputer), 10(2), 633-639.