

ABSTRAK

OPTIMALISASI PARAMETER *HAAR CASCADE* UNTUK DETEKSI WAJAH SECARA *REAL-TIME* BERBASIS OPENCV

Nama : M. Aji Ferdiansyah

NPM : 2255201240

Pembimbing : Rozali Toyib, S. Kom., M.Kom.

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence (AI) dan Computer Vision telah mendorong meningkatnya penggunaan sistem deteksi wajah dalam berbagai bidang, seperti keamanan, absensi digital, autentikasi biometrik, dan sistem monitoring. Salah satu metode yang masih banyak digunakan untuk deteksi wajah adalah Haar Cascade Classifier karena memiliki keunggulan dalam kecepatan pemrosesan dan kebutuhan komputasi yang relatif rendah dibandingkan metode berbasis *deep learning*. Implementasi metode ini umumnya dilakukan menggunakan OpenCV, sebuah library open source yang mendukung pengolahan citra dan video secara real-time. Meskipun demikian, performa Haar Cascade sangat dipengaruhi oleh konfigurasi parameter yang digunakan, sehingga sering ditemukan masalah berupa penurunan akurasi deteksi, munculnya *false positive*, serta keterlambatan proses deteksi pada kondisi pencahayaan, jarak wajah, dan tingkat noise yang berbeda. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan parameter *scaleFactor*, *minNeighbors*, dan *minSize* pada algoritma Haar Cascade guna memperoleh kombinasi parameter yang mampu menghasilkan keseimbangan terbaik antara akurasi deteksi dan kecepatan pemrosesan (*Frame Per Second/FPS*). Penelitian menggunakan metode kuantitatif eksperimental dengan melakukan pengujian berbagai kombinasi parameter pada sistem deteksi wajah berbasis OpenCV. Data diperoleh melalui pengambilan citra dan video wajah menggunakan webcam dengan variasi kondisi pencahayaan, jarak, dan noise. Hasil pengujian akan dianalisis menggunakan indikator performa berupa akurasi, precision, recall, dan FPS. Penelitian ini memiliki kebaruan pada fokus optimasi parameter internal Haar Cascade yang masih jarang dibahas secara mendalam dalam penelitian sebelumnya. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya berfokus pada implementasi algoritma atau optimasi praproses citra, tanpa melakukan analisis komprehensif terhadap pengaruh parameter deteksi. Oleh karena itu, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi konfigurasi parameter Haar Cascade yang optimal serta menjadi referensi bagi pengembangan sistem deteksi wajah real-time yang lebih cepat, akurat, dan efisien pada berbagai aplikasi berbasis computer vision.

Kata Kunci: Haar Cascade Classifier, Deteksi Wajah, OpenCV, Optimasi Parameter, Computer Vision.

ABSTRACT

OPTIMALISASI PARAMETER *HAAR CASCADE* UNTUK DETEKSI WAJAH SECARA *REAL-TIME* BERBASIS OPENCV

Nama : M. Aji Ferdiansyah

NPM : 2255201240

Pembimbing : Rozali Toyib, S. Kom., M.Kom.

Advancements in Artificial Intelligence (AI) and Computer Vision technologies have driven the increased adoption of face detection systems across various fields, including security, digital attendance tracking, biometric authentication, and monitoring systems. The Haar Cascade Classifier remains a widely used method for face detection due to its advantages in processing speed and relatively low computational requirements compared to deep learning-based methods. This method is typically implemented using OpenCV, an open-source library that supports real-time image and video processing. However, the performance of the Haar Cascade is heavily influenced by the parameter configuration used; consequently, issues such as reduced detection accuracy, false positives, and processing delays often arise under varying conditions of lighting, face distance, and noise levels. Addressing these issues, this study aims to analyze and optimize the `scaleFactor`, `minNeighbors`, and `minSize` parameters of the Haar Cascade algorithm to identify a parameter combination that achieves the best balance between detection accuracy and processing speed (Frames Per Second/FPS). The study employs an experimental quantitative approach, testing various parameter combinations on an OpenCV-based face detection system. Data was collected by capturing facial images and videos via webcam under diverse lighting, distance, and noise conditions. Test results were analyzed using performance metrics including accuracy, precision, recall, and FPS. This research offers novelty by focusing on the optimization of internal Haar Cascade parameters—an area rarely explored in depth in previous studies. Most prior research has focused solely on algorithm implementation or image preprocessing optimization, without comprehensively analyzing the impact of detection parameters. Therefore, the findings are expected to provide recommendations for optimal Haar Cascade parameter configurations and serve as a reference for developing faster, more accurate, and more efficient real-time face detection systems for various computer vision applications.

Keywords: Haar Cascade Classifier, Face Detection, OpenCV, Parameter Optimization, Computer Vision.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan *computer vision* mengalami peningkatan yang sangat pesat, terutama pada bidang deteksi wajah (*face detection*). Teknologi ini telah diterapkan pada berbagai bidang, seperti sistem keamanan, absensi biometrik, *smart surveillance*, autentikasi perangkat, hingga pelayanan publik berbasis digital. Seiring berkembangnya konsep *smart city* dan Internet of Things (IoT), kebutuhan akan sistem deteksi wajah yang mampu bekerja secara cepat, akurat, dan *real-time* menjadi semakin penting.

Salah satu pustaka yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem pengolahan citra adalah OpenCV karena bersifat *open source*, ringan, mudah diimplementasikan, serta mampu berjalan pada perangkat dengan spesifikasi rendah. Dalam implementasinya, algoritma Haar Cascade masih menjadi metode yang banyak digunakan untuk deteksi wajah karena memiliki kebutuhan komputasi yang relatif kecil dibandingkan metode berbasis *deep learning*, sehingga sesuai untuk aplikasi *real-time*.

Namun demikian, metode Haar Cascade masih memiliki beberapa kelemahan, seperti penurunan tingkat akurasi ketika menghadapi perubahan intensitas cahaya, variasi orientasi wajah, ukuran objek yang berbeda, serta kemungkinan terjadinya *false positive* dan *false negative*. Selain itu, sebagian besar implementasi Haar Cascade masih menggunakan parameter bawaan

(*default parameter*) tanpa dilakukan proses optimasi sehingga performa sistem belum optimal.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa Haar Cascade masih memiliki performa yang baik dalam mendeteksi wajah. Rochmawati (2024) menunjukkan bahwa metode ini mampu mendeteksi wajah pada berbagai kondisi pencahayaan dan rotasi kamera. Nugroho dan Sela (2024) membuktikan bahwa Haar Cascade memiliki beban komputasi yang ringan sehingga cocok digunakan untuk aplikasi *real-time*. Penelitian Pratama dkk. (2025) juga menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi sistem dapat meningkatkan nilai *frame per second* (FPS). Selain itu, Enbiva dan Toyib (2025) memperoleh tingkat akurasi sebesar 93,33% pada klasifikasi wajah berdasarkan usia menggunakan Haar Cascade.

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum membahas secara mendalam mengenai optimasi parameter Haar Cascade, khususnya parameter *scale factor*, *minNeighbors*, dan *minimum object size* secara sistematis untuk memperoleh kombinasi parameter terbaik yang mampu meningkatkan akurasi sekaligus mempertahankan kecepatan deteksi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* yang masih perlu diteliti lebih lanjut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan parameter algoritma Haar Cascade pada pustaka OpenCV melalui pengujian berbagai kombinasi parameter. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan konfigurasi parameter yang memberikan keseimbangan

antara tingkat akurasi deteksi dan kecepatan pemrosesan (*frame per second*), sehingga dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem deteksi wajah yang efisien, ringan, dan mampu bekerja secara *real-time*.

1.2 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana pengaruh parameter *scale factor*, *minNeighbors*, dan *minSize* terhadap kinerja deteksi wajah menggunakan Haar Cascade pada OpenCV?
2. Bagaimana menentukan kombinasi parameter Haar Cascade yang optimal untuk deteksi wajah secara *real-time*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh parameter *scale factor*, *minNeighbors*, dan *minSize* terhadap performa deteksi wajah.
2. Menentukan kombinasi parameter Haar Cascade yang optimal untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi wajah secara *real-time*.

1.4 Framework Penelitian

Tabel 1. 1 Framework Penelitian

No	Tahapan Proses	Deskripsi Kegiatan	Input	Output
1	Identifikasi Masalah	Mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem deteksi wajah real-time, seperti akurasi yang menurun akibat pencahayaan, jarak wajah, noise, dan konfigurasi parameter yang kurang optimal.	Fenomena dan permasalahan deteksi wajah real-time	Rumusan masalah penelitian
2	Studi Literatur	Mengumpulkan dan mempelajari teori serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Computer Vision, OpenCV, Haar Cascade, dan optimasi parameter deteksi wajah.	Artikel jurnal, buku, prosiding, dan sumber ilmiah	Landasan teori dan research gap

No	Tahapan Proses	Deskripsi Kegiatan	Input	Output
3	Analisis Kebutuhan Sistem	Menganalisis kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, serta kebutuhan data yang digunakan dalam penelitian.	Kebutuhan sistem dan spesifikasi penelitian	Spesifikasi sistem penelitian
4	Perancangan Sistem	Mendesain alur kerja sistem deteksi wajah berbasis OpenCV dan menentukan parameter Haar Cascade yang akan diuji.	Hasil analisis kebutuhan	Rancangan sistem dan flowchart
5	Akuisisi Data	Mengambil data berupa citra atau video wajah menggunakan webcam dengan berbagai kondisi pencahayaan, jarak, dan noise.	Webcam dan objek wajah.	Dataset pengujian
6	Implementasi Algoritma Haar Cascade	Membangun aplikasi deteksi wajah menggunakan OpenCV dan mengintegrasikan algoritma Haar Cascade Classifier.	Dataset dan rancangan sistem	Aplikasi deteksi wajah.
7	Variasi Parameter Haar Cascade	Melakukan pengujian dengan mengubah nilai parameter scaleFactor, minNeighbors, dan minSize.	Aplikasi deteksi wajah dan parameter uji	Data hasil pengujian
8	Pengukuran Performa Sistem	Mengukur tingkat akurasi, precision, recall, dan Frame Per Second (FPS) pada setiap kombinasi parameter.	Hasil deteksi wajah	Nilai performa sistem
9	Analisis Hasil	Membandingkan hasil pengujian untuk mengetahui pengaruh masing-masing parameter terhadap performa deteksi wajah.	Data performa sistem	Hasil analisis dan interpretasi
10	Penentuan Parameter Optimal	Menentukan kombinasi parameter yang menghasilkan akurasi tertinggi dan kecepatan pemrosesan terbaik.	Hasil analisis	Parameter optimal Haar Cascade
11	Kesimpulan dan Saran	Menyusun kesimpulan berdasarkan hasil penelitian serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.	Hasil penelitian	Kesimpulan dan Rekomendasi