

Implementasi Sistem Deteksi Wajah Menggunakan *Haar Cascade Classifier*

Aditya Dafa Ramadhan¹, Alifia Jurien Wilansky², Alnayla Earthza Wilansky³, Muhamad Fathi Farhat⁴, Perani Rosyani⁵

^{1,2,3,4,5}Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia
Email: [1adityadafa2003@gmail.com](mailto:adityadafa2003@gmail.com), [2alifiawilanskyjurien@gmail.com](mailto:alifiawilanskyjurien@gmail.com), [3naylawilansky@gmail.com](mailto:naylawilansky@gmail.com),
[4muh.fathifarhat18@gmail.com](mailto:muh.fathifarhat18@gmail.com), [5dosen00837@unpam.ac.id](mailto:dosen00837@unpam.ac.id)

Abstrak– Dalam penelitian ini, metode *Haar Cascade Classifier* digunakan bersama dengan pustaka OpenCV dan bahasa pemrograman Python. Tujuan utama penelitian adalah untuk mengembangkan sistem deteksi wajah yang efektif dan efisien untuk aplikasi *real-time*. Proses implementasi mencakup pengumpulan data citra, pra-pemrosesan, dan penerapan algoritma Haar Cascade. Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi wajah dengan sangat akurat dan memprosesnya dengan cepat dalam berbagai kondisi latar belakang dan pencahayaan. Studi ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut dalam deteksi wajah dan aplikasi yang berkaitan dengannya.

Kata Kunci: ¹Deteksi Wajah; ²*Haar Cascade Classifier*; ³Python; ⁴OpenCV; ⁵Real-Time

Abstract*In this research, the Haar Cascade Classifier method is used along with the OpenCV library and the Python programming language. The main objective of the research is to develop an effective and efficient face detection system for real-time applications. The implementation process includes image data collection, pre-processing, and applying the Haar Cascade algorithm. The results show that the system can detect faces very accurately and process them quickly under various background and lighting conditions. This study provides a strong foundation for further development in face detection and related applications.*

Keywords: ¹Face Detection; ²*Haar Cascade Classifier*; ³Python; ⁴OpenCV; ⁵Real-Time

1. PENDAHULUAN

Pengenalan wajah, juga dikenal sebagai pengenalan wajah, adalah teknologi komputer berbasis kecerdasan buatan (AI) yang dirancang untuk mengekstrak dan mengidentifikasi wajah manusia dari gambar digital. Jenis teknologi ini dapat diintegrasikan dengan sistem keamanan biometrik (khususnya pengenalan wajah) untuk memungkinkan orang dipantau dan dilacak secara real time. (Syafira, 2020)

Haar Cascade Classifier, yang diperkenalkan pada tahun 2001, oleh Paul Viola dan Michael Jones yaitu, algoritma populer untuk deteksi wajah karena kecepatannya dan efektivitasnya. Algoritma ini menggunakan fitur Haar untuk mendeteksi tepi, garis, dan perubahan tekstur dalam citra. (Moh Wahyu Septyanto, Herry Sofyan, Herlina Jayadianti, Oliver Samuel Simanjuntak, 2019) Python, dengan pustaka OpenCV, menyediakan alat yang kuat untuk pengembangan aplikasi visi komputer. Kombinasi Python dan OpenCV memungkinkan pembuatan sistem deteksi wajah yang mudah diimplementasikan dan memiliki performa baik. (A, 2023)

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem dengan menggunakan *Haar Cascade Classifier* untuk mendeteksi wajah dengan Python dan OpenCV, serta menguji kinerjanya dengan berbagai situasi pencahayaan dan latar belakang. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi deteksi wajah untuk aplikasi real-time.

2. METODE

2.1 Metode Pengumpulan Informasi

Pengumpulan informasi adalah hal penting dalam pengembangan sistem yang dapat mendeteksi wajah. Data yang digunakan untuk studi ini terdiri atas gambar yang mencakup wajah manusia dengan berbagai kondisi. Metode pengumpulan data dijelaskan sebagai berikut:

A. Sumber Data

Pengumpulan data independen: Untuk meningkatkan keragaman data, gambar dan video direkam secara independen dengan kamera. Prosesnya melibatkan pengambilan gambar pada berbagai sudut wajah dalam kondisi cahaya alami dan buatan.

B. Kriteria Pengambilan Data

Gambar atau video diambil dalam kondisi pencahayaan berbeda, seperti terang, redup, dan cahaya latar, sehingga memungkinkan sistem mengenali wajah dalam situasi berbeda. Data tersebut juga mencakup pose wajah yang berbeda seperti melihat langsung ke kamera, melihat setengah ke arah kamera, dan melihat ke profil.

C. Pra-Pemrosesan Data

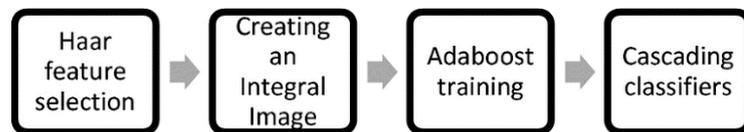
Semua gambar dikonversi ke skala abu-abu untuk mempermudah pemrosesan oleh *Haar Cascade Classifier*, karena deteksi fitur Haar lebih efektif pada gambar dengan skala abu-abu.

D. Pembagian Data

Teknik validasi silang digunakan untuk menghindari overfitting dan memastikan model dapat menggeneralisasi dengan baik pada data baru. Data latih dibagi lagi menjadi beberapa subset, dan validasi dilakukan pada subset yang berbeda secara bergantian.

2.2. Implementasi Haar Cascade Classifier

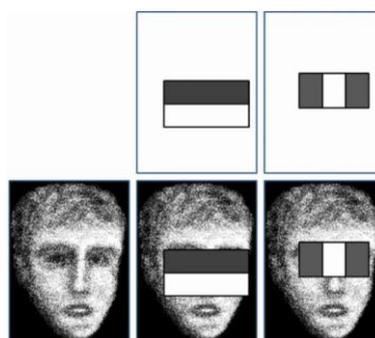
Pengklasifikasi Haar Cascade didasarkan pada teknik Haar Wavelet untuk menganalisis piksel pada gambar menjadi kotak berdasarkan fungsinya. Ini menggunakan konsep “gambar integral” untuk menghitung “fitur” yang terdeteksi.



Gambar 1. Tahapan Haar Cascade Classifier

A. Haar Feature Selection

Metode ini menerapkan fungsi mirip Haar. Fungsi ini memerlukan pelatihan awal untuk mendapatkan pohon keputusan, yang disebut pengklasifikasi kaskade, yang menentukan apakah suatu objek ada di setiap frame yang telah diproses. Kehadiran Karakter Haar ditentukan dengan mengurangi standar piksel daerah terang dan gelap. (Abidin, 2018)



Gambar 2. Haar Feature

B. Integral Image

Peran gambar integral adalah untuk memudahkan penghitungan jumlah persegi panjang hanya dengan menggunakan empat nilai. Misalkan kita ingin menentukan ciri-ciri persegi panjang pada piksel tertentu dengan koordinat (x,y). Gambar integral untuk piksel tersebut kemudian dijumlahkan dengan piksel di atas dan di sebelah kiri piksel yang ditentukan. (HARIRAMANI, 2020)

$$ii(x, y) = \sum_{x^1 \leq x, y^1 \leq y} i(x^1, y^1)$$

Poin $ii(x,y)$ adalah bayangan integral dan $i(x,y)$ adalah bayangan aslinya.

Saat menghitung keseluruhan gambar integral, terdapat bentuk iteratif yang hanya memerlukan satu kali melewati gambar asli. Faktanya, kita dapat mendefinisikan pasangan berulang berikut:

$$s(x, y) \stackrel{(1)}{=} s(x, y - 1) + i(x, y)$$

$$ii(x, y) \stackrel{(2)}{=} ii(x - 1, y) + s(x, y)$$

dengan $s(x,y)$ adalah jumlah kumulatif baris, $s(x-1)=0$, $ii(-1,y)=0$ adalah.

Kami mendefinisikan tiga wilayah lagi, A, B, dan C.

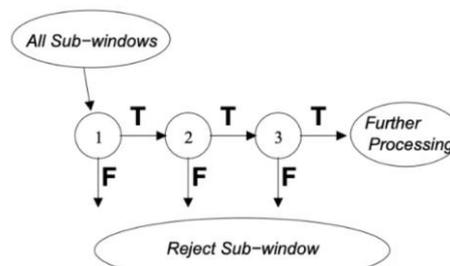
- Kualitas gambar integral pada titik 1 adalah jumlah piksel pada persegi panjang A.
- Kualitas titik 2 ialah A + B.
- Kualitas titik 2 ialah A + B.
- Poin 3 bernilai A+C .
- Poin 4 bernilai A+B+C+D.

Oleh karena itu, total piksel di wilayah D dapat dihitung dengan mudah sebagai berikut $4+1-(2+3)$.

C. Cascading Classifier

Meskipun proses deteksi wajah yang dijelaskan cukup efisien, masih ada masalah besar dikarenakan sebagian besar gambar terdiri dari wilayah non-wajah. Memberikan tingkat kepentingan yang sama pada setiap wilayah yang tidak masuk akal. Viola dan Jones meningkatkan tingkat deteksi dan mengurangi waktu komputasi menggunakan Pengklasifikasi Berjenjang. Ide utamanya adalah menolak sub-jendela tanpa wajah dan fokus pada wilayah yang kemungkinan besar berisi wajah. (B. M. Wantania et al., 2020)

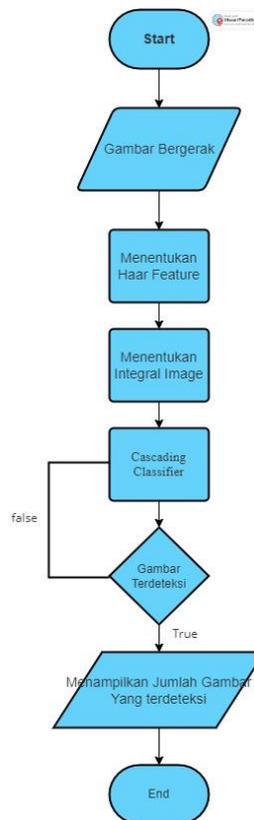
Untuk meminimalkan tingkat negatif palsu, serangkaian pengklasifikasi diterapkan ke setiap sub-jendela: jika pengklasifikasi pertama positif, lanjut ke pengklasifikasi kedua, dan seterusnya. (Rosyani, 2017) Hasil negatif kapan saja akan menyebabkan penolakan sub-jendela. Pengklasifikasi awal mengeliminasi sebagian besar contoh negatif dengan biaya komputasi rendah, sementara pengklasifikasi berikutnya mengeliminasi tambahan contoh negatif dengan upaya komputasi lebih besar. (Aprilian Anarki et al., 2021)



Gambar 3. Cascading Classifier

Fitur mirip Haar memiliki sifat pembelajaran dan sistem pengklasifikasi yang tidak efisien. Untuk hasil lebih akurat, sebaiknya menggunakan fitur seperti rambut secara menyeluruh. Semakin sering Anda memproses fitur seperti rambut, maka lebih akurat hasilnya. (Rosyani & Saprudin, 2020) Oleh karena itu, banyak proses fitur mirip rambut yang disusun menjadi pengklasifikasi kaskade.

Di bawah ini alur pemrosesan metode *Haar Cascade Classifier*.



Gambar 4. Proses *Haar Cascade Classifier*

Gambar real-time yang diambil oleh webcam dikenali dengan terlebih dahulu menentukan fitur rambut. Selanjutnya, memproses gambar integral terhitung dan kemudian membuat pengklasifikasi cascade. Jika gambar yang dikenali, maka hasilnya adalah jumlah wajah yang terdeteksi. Namun, jika tidak dikenali, sistem mengulangi pembuatan pengklasifikasi cascade hingga diperoleh keluaran yang diinginkan. (Sitorus & Nurul Fadillah, 2020)

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas pengenalan wajah menggunakan metode *Haar Cascade Classifier*. (Rosyani & Retnawati, 2023) Tangkapan layar di bawah ini menunjukkan hasil sistem yang dikembangkan menggunakan OpenCV dan Python. Pengujian mencakup berbagai kondisi pencahayaan dan pose wajah untuk mengukur akurasi dan kecepatan pengenalan dalam berbagai situasi. Analisis hasil pengujian penting untuk mengevaluasi kinerja sistem aplikasi pengenalan wajah secara real-time.

3.1 Hasil Deteksi

Berikut ini merupakan hasil identifikasi wajah menggunakan metode klasifikasi Haar Cascader menggunakan sistem yang dikembangkan menggunakan OpenCV dan Python. Hasil ini menunjukkan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi wajah secara akurat di berbagai kondisi pencahayaan dan pose wajah. Screenshot di bawah ini menampilkan deteksi wajah yang berhasil dilakukan oleh sistem pada gambar dan video. Implementasi ini membuktikan keandalan dan efisiensi *Haar Cascade Classifier* dalam aplikasi deteksi wajah real-time.



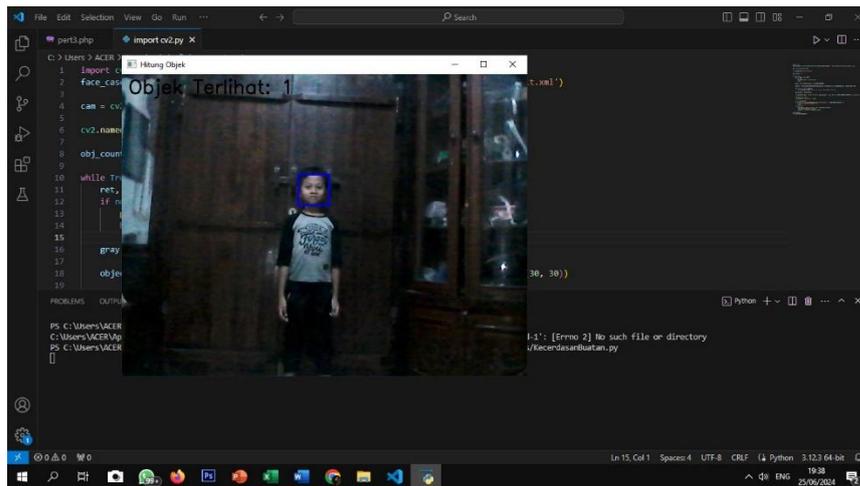
Gambar 5. Dua Wajah

Gambar diatas menunjukkan bahwa sistem dapat menemukan wajah yang terdeteksi yaitu dengan jumlah dua wajah, ini terlihat dengan tampilnya jumlah objek yang terlihat.



Gambar 6. Tiga Wajah

Gambar di atas menunjukkan bahwa sistem mampu menemukan wajah yang terdeteksi yaitu 3 wajah. Wajah-wajah ini dapat dikenali dari jumlah objek yang terlihat. Karena lokasi wajah dan pencahayaan yang rendah, sistem sebelumnya tidak dapat mendeteksi jumlah wajah dan memerlukan waktu yang lama.



Gambar 7. Wajah dengan Jarak Jauh

Gambar di atas menunjukkan bahwa sistem dapat menggunakan satu wajah untuk mendeteksi wajah yang dapat dikenali dari jarak jauh. Hal ini terlihat dari banyaknya objek yang ditampilkan. Gambar juga menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi dan menghitung jumlah wajah dari jarak jauh hingga jarak 100 cm.

3.2 Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengenalan Wajah

NO	Jumlah Wajah	Terdeteksi	Status
1.	2	2	Tercapai
2.	3	3	Tercapai
3.	1	1	Tercapai

4. KESIMPULAN

Menurut pengujian yang dilakukan, yaitu identifikasi wajah yang berbeda sehingga penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan Pengenalan wajah dengan teknik Haar Cascade dengan memanfaatkan Python dan library OpenCV. Sistem yang diinovasi menunjukkan kinerja yang memuaskan dalam mendeteksi wajah di berbagai kondisi pencahayaan dan pose wajah.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa *Haar Cascade Classifier* adalah metode yang efektif untuk deteksi wajah, dan kombinasi Python serta OpenCV menyediakan alat yang kuat untuk pengembangan aplikasi komputer. Sistem yang dikembangkan memiliki potensi besar untuk digunakan dalam berbagai aplikasi praktis, termasuk sistem keamanan, pengawasan, dan interaksi manusia-komputer.

REFERENCES

- A, F. (2023). Apa Itu Python? Yuk Kenalan dengan Bahasa Pemrograman Ini! *Hostinger Tutorial*.
<https://www.hostinger.co.id/tutorial/python-adalah>
- Abidin, S. (2018). Deteksi Wajah Menggunakan Metode *Haar Cascade Classifier* Berbasis Webcam Pada Matlab. *Jurnal Teknologi Elektroika*, 2(1), 21. <https://doi.org/10.31963/elektika.v2i1.2102>
- Aprilian Anarki, G., Auliasari, K., & Orisa, M. (2021). Penerapan Metode Haar Cascade Pada Aplikasi Deteksi Masker. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 179–186. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3214>
- B. M. Wantania, B., R.U.A. Sompie, S., & D. Kambey, F. (2020). Penerapan Pendeteksian Manusia Dan Objek Dalam Keranjang Belanja Pada Antrian Di Kasir. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(2), 101–108.
- HARIRAMANI, V. (2020). Identifikasi Wajah menggunakan pengklasifikasi kaskade Haar. *Medium*. <https://medium.com/geeky-bawa/face-identification-using-haar-cascade-classifier-af3468a44814>
- Moh Wahyu Septyanto, Herry Sofyan, Herlina Jayadianti, Oliver Samuel Simanjuntak, D. B. P. (2019). Aplikasi Presensi Pengenalan Wajah Dengan Menggunakan Algoritma *Haar Cascade Classifier*. *Telematika*. <https://www.neliti.com/id/publications/323771/aplikasi-presensi-pengenalan-wajah-dengan-menggunakan-algoritma-haar-cascade-cla>
- Rosyani, P. (2017). Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA) dan Canberra Distance. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 2(2), 118. <https://doi.org/10.32493/informatika.v2i2.1515>
- Rosyani, P., & Retnawati, R. (2023). Ekstraksi Fitur Wajah Menggunakan Metode Viola Jones dengan Tools Cascade Detector. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 10(2), 633. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v10i2.6062>
- Rosyani, P., & Saprudin, S. (2020). Deteksi Citra Bunga Menggunakan Analisis Segmentasi Fuzzy C-Means dan Otsu Threshold. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 20(1), 29–36. <https://doi.org/10.30812/matrik.v20i1.715>
- Sitorus, M., & Nurul Fadillah. (2020). Multi Face Detection System Using *Haar Cascade Classifier* Method. *J-ICOM - Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.33059/j-icom.v1i1.2728>
- Syafira, A. R. (2020). Sistem Deteksi Wajah Dengan Modifikasi Metode Viola Jones. *Jurnal Teknik Elektro*, 17(01), 1–8.