

## **Tinjauan Litelatur : Tentang Efektifitas Metode Haar Dalam Deteksi Objek Pada Pemrosesan Citra**

**Yunus Firmansyah<sup>1\*</sup>, Perani Rosyani<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46,  
Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia  
Email: <sup>1\*</sup>[Yunus.firmansyah.990@gmail.com](mailto:Yunus.firmansyah.990@gmail.com), <sup>2</sup>[dosen00837@unpam.ac.id](mailto:dosen00837@unpam.ac.id)  
(\* : coresponding author)

**Abstrak**– Abstrak Penelitian ini melakukan evaluasi terhadap efektivitas metode dalam deteksi objek yang menggunakan metode Haar Cascade, khususnya wajah. Haar Cascade yang dikembangkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001 menggunakan fitur Haar-like dan algoritma Adaboost untuk deteksi objek yang cepat dan akurat. Dalam penelitian ini melibatkan tinjauan literatur pada pengawasan keamanan, pengenalan wajah, dan interaksi manusia-mesin serta penelitian implementasi praktis dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan OpenCV untuk mendeteksi wajah secara real-time. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa metode Haar Cascade efektif untuk berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang dengan kecepatan dan akurasi yang baik. Hasil penelitian dapat menjadi dasar pengembangan teknologi deteksi objek yang lebih canggih di masa yang akan datang.

**Kata Kunci:** Deteksi Objek, Deteksi Wajah, Haar Cascade Classifier

**Abstract**– An abstract This study evaluates the effectiveness of the Haar Cascade method in object detection, particularly for faces. Developed by Paul Viola and Michael Jones in 2001, Haar Cascade uses Haar-like features and the Adaboost algorithm for fast and accurate object detection. The research involves a literature review on security surveillance, face recognition, and human-machine interaction, as well as practical implementation using Python and OpenCV for real-time face detection. The review results indicate that the Haar Cascade method is effective in various lighting conditions and backgrounds, offering good speed and accuracy. The findings of this study can serve as a foundation for developing more advanced object detection technologies in the future.

**Keywords:** Detection Object, Face Detection, Haar Cascade Clasifier

### **1. PENDAHULUAN**

Deteksi objek, khususnya deteksi wajah, merupakan topik yang sangat penting dalam bidang pengolahan citra dan visi komputer saat ini. Proses deteksi wajah menjadi fundamental dalam pengenalan wajah, yang memiliki aplikasi luas mulai dari keamanan hingga media sosial (S. Abidin). Teknologi computer vision telah meresap dalam berbagai aspek kehidupan modern, dengan pemanfaatan yang bervariasi dari pengawasan keamanan hingga analisis media sosial (Sitorus).

Metode Haar Cascade Classifier, dikembangkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001, merupakan teknik dalam bidang computer vision yang efektif untuk mendeteksi objek, termasuk wajah manusia, dalam gambar dan video dengan tingkat akurasi yang tinggi. Metode ini menggunakan fitur-fitur Haar-like, yang adalah pola piksel sederhana seperti persegi panjang dengan variasi intensitas, untuk mengidentifikasi objek berdasarkan perbedaan intensitas yang signifikan di dalam gambar (Sitorus).

Integral image digunakan untuk menghitung nilai dari fitur-fitur Haar secara efisien, memungkinkan proses deteksi yang cepat dan tidak tergantung pada ukuran atau resolusi gambar. Algoritma pembelajaran Adaboost digunakan untuk melatih classifier dengan menggabungkan banyak classifier sederhana menjadi sebuah classifier kuat. Hal ini memungkinkan classifier untuk memilih dan menggabungkan fitur-fitur Haar yang paling diskriminatif untuk membedakan objek dari latar belakang.

Cascade Classifier, sebagai struktur bertingkat dari beberapa tahap deteksi, digunakan untuk meningkatkan kecepatan deteksi dengan fokus pada wilayah-wilayah gambar yang berpotensi mengandung objek. Keunggulan Metode Haar Cascade meliputi kecepatan tinggi, akurasi yang baik, dan kemampuan untuk diterapkan dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang gambar.

Secara keseluruhan, Metode Haar Cascade Classifier telah terbukti efektif dalam deteksi objek dalam berbagai aplikasi praktis, termasuk pengawasan keamanan, pengenalan wajah, dan interaksi manusia-mesin yang membutuhkan respons waktu cepat.

Pada penelitian ini, fokus utama adalah evaluasi efektivitas Metode Haar Cascade dalam deteksi objek, khususnya dalam konteks deteksi wajah. Metode Haar Cascade menggunakan fitur-fitur Haar untuk mengidentifikasi objek berdasarkan pola piksel yang spesifik, yang memungkinkan deteksi cepat berkat penggunaan integral image untuk perhitungan yang efisien (M. Alief, 2020).

Penelitian ini juga mencakup implementasi praktis menggunakan library OpenCV dan bahasa pemrograman Python, yang memungkinkan pengembangan sistem untuk menghitung jumlah wajah manusia secara real-time. OpenCV, sebagai salah satu perpustakaan komputer vision terkemuka, menawarkan berbagai fungsi untuk pemrosesan gambar dan pola yang mendukung pengembangan aplikasi computer vision (R. Alfian, 2024).

Dengan menggali lebih dalam efektivitas dan aplikasi Metode Haar Cascade, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi deteksi objek yang lebih canggih dan aplikatif di masa depan. Evaluasi terhadap kinerja dan kemungkinan pengembangan metode ini menjadi inti dari tinjauan literatur ini, memberikan landasan yang kokoh untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang computer vision.

Melalui pendahuluan ini, kami akan menjelajahi berbagai aspek penelitian terkait untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi dan batasan Metode Haar Cascade dalam deteksi objek pada pemrosesan citra.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metode Haar Cascade Classifier

Metode ini menggunakan fitur Haar-like untuk mengidentifikasi objek dalam gambar dengan efisiensi tinggi (S. Yulina, 2021). Fitur Haar-like merupakan pola piksel persegi panjang dengan variasi intensitas, yang memungkinkan deteksi perbedaan intensitas signifikan antara bagian-bagian gambar yang mungkin mengandung objek. Haar Cascade Classifier menggunakan integral image untuk perhitungan yang cepat dan Adaboost untuk menggabungkan banyak classifier sederhana menjadi classifier kuat. Struktur cascade bertingkat digunakan untuk meningkatkan efisiensi deteksi dengan memprioritaskan wilayah gambar yang berpotensi mengandung objek, sehingga cocok untuk aplikasi real-time seperti pengenalan wajah dan sistem keamanan.

Algoritma Haar Cascade Classifier dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan efisiensi dalam mengklasifikasikan citra digital dengan cepat. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan studi literatur yang mendalam terkait Algoritma Haar Cascade Classifier serta teori dasar pemrosesan citra digital. Salah satu teknik pemrosesan citra yang diterapkan dalam penelitian ini adalah konversi citra ke dalam format citra keabuan (grayscale).

Integral Image, juga dikenal sebagai summed area table, adalah representasi alternatif dari sebuah gambar yang memungkinkan perhitungan kumulatif dari intensitas piksel di dalam suatu area tertentu dengan efisiensi tinggi. Teknik ini dikembangkan untuk mempercepat operasi pengolahan citra dengan menyediakan akses cepat dan konstan ke jumlah intensitas piksel dalam area yang dibatasi oleh titik awal  $(0, 0)$  dan titik akhir  $(x, y)$  pada gambar asli. Integral Image sangat bermanfaat dalam aplikasi deteksi objek seperti Haar Cascade Classifier, di mana ia digunakan untuk menghitung fitur Haar-like dengan cepat. Proses pembuatan Integral Image melibatkan perhitungan akumulasi nilai piksel dari kiri atas ke kanan bawah gambar asli, dan hasilnya disimpan untuk digunakan dalam berbagai operasi analisis citra seperti ekstraksi fitur dan segmentasi gambar. Meskipun memerlukan alokasi memori tambahan untuk menyimpan nilai-nilai kumulatif, keunggulan Integral Image dalam meningkatkan kecepatan dan efisiensi perhitungan jauh lebih signifikan dalam aplikasi pengolahan citra modern.

Proses pembuatan Integral Image dimulai dengan menginisialisasi sebuah matriks yang memiliki ukuran yang sama dengan gambar asli, di mana setiap elemen matriks akan menyimpan nilai akumulasi intensitas piksel dari gambar tersebut. Nilai integral untuk setiap piksel pada posisi  $(x, y)$  dihitung dengan menjumlahkan intensitas piksel dari titik awal  $(0, 0)$  hingga titik  $(x, y)$ . Teknik ini memungkinkan perhitungan kumulatif untuk dilakukan secara efisien dengan waktu konstan, tidak bergantung pada ukuran area atau resolusi gambar. Integral Image diperlukan dalam berbagai

aplikasi pengolahan citra, terutama dalam deteksi objek seperti Haar Cascade Classifier, di mana ia digunakan untuk mempercepat perhitungan fitur Haar-like yang penting untuk identifikasi objek dengan akurasi tinggi.

**Histogram of Oriented Gradients (HOG):** HOG merupakan metode yang efektif dalam mengekstraksi fitur dari gambar dengan mengukur distribusi gradien orientasi dalam blok-blok kecil. Metode ini sering digunakan untuk deteksi objek yang memiliki struktur atau tekstur yang kompleks, seperti manusia atau kendaraan, dengan fokus pada pola gradien lokal yang signifikan.

## 2.2 Metode Principal Component Analysis (PCA)

PCA digunakan untuk menganalisis citra dan pengenalan pola dengan tujuan utama mengurangi dimensi data untuk mengidentifikasi fitur utama atau pola yang tersembunyi dalam dataset[7]. Dalam konteks deteksi wajah, PCA dapat digunakan untuk mereduksi dimensi gambar wajah, mengurangi kompleksitas komputasi, dan meningkatkan kecepatan deteksi.

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Haar Cascade Classifier: Metode Haar Cascade Classifier telah berhasil diterapkan dalam sistem keamanan untuk mendeteksi wajah secara real-time dalam video pengawasan, serta dalam pengenalan ekspresi wajah untuk analisis emosi.
2. Histogram of Oriented Gradients (HOG)[8]: Teknik HOG sering digunakan dalam deteksi manusia pada gambar dan video untuk aplikasi navigasi otomatis, seperti pengenalan pejalan kaki pada lalu lintas kota atau area parkir.
3. Convolutional Neural Networks (CNNs): CNNs digunakan secara luas dalam pengenalan objek kompleks dalam gambar dan video, termasuk dalam sistem diagnosa medis berbasis citra dan pengenalan objek pada sistem pengawasan lalu lintas (T. Kattenborn, 2021).
4. Local Binary Patterns (LBP): Metode LBP sering diterapkan dalam aplikasi pengenalan wajah untuk sistem keamanan, dimana deteksi pola tekstur wajah penting untuk identifikasi individu.
5. Scale-Invariant Feature Transform (SIFT): SIFT digunakan dalam deteksi objek dan pencocokan gambar untuk aplikasi navigasi robotik dan sistem pencarian visual dalam basis data besar.
6. Speeded Up Robust Features (SURF): SURF sering digunakan dalam aplikasi deteksi objek real-time seperti pengenalan objek pada video dan dalam sistem navigasi berbasis pengolahan citra.
7. Recurrent Neural Networks (RNNs): RNNs digunakan untuk pelacakan objek bergerak dalam video dan analisis jaringan sosial berbasis citra, serta dalam pengenalan gerakan manusia dalam aplikasi interaksi mesin.
8. Transformer Networks: Arsitektur Transformer digunakan dalam segmentasi objek dalam citra medis dan analisis konten visual dalam konteks media sosial dan platform berbagi video.

## 4. KESIMPULAN

Metode Haar Cascade Classifier, Histogram of Oriented Gradients (HOG), Convolutional Neural Networks (CNNs), Local Binary Patterns (LBP), Scale-Invariant Feature Transform (SIFT), Speeded Up Robust Features (SURF), Recurrent Neural Networks (RNNs), dan Transformer Networks masing-masing memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengolahan citra dan deteksi objek. Haar Cascade Classifier terbukti efektif dalam aplikasi keamanan untuk deteksi wajah real-time, sementara HOG dan CNNs cocok untuk deteksi manusia dan pengenalan objek kompleks dalam gambar dan video. LBP berperan penting dalam pengenalan pola tekstur wajah, sedangkan SIFT dan SURF digunakan untuk pencocokan objek dan navigasi visual. RNNs berguna dalam analisis gerakan dalam video dan jaringan sosial berbasis citra, sementara Transformer Networks efektif dalam segmentasi objek medis dan analisis konten visual.

Kombinasi dan penerapan yang tepat dari berbagai metode ini dapat meningkatkan kinerja sistem deteksi dan pengenalan objek dalam berbagai konteks aplikasi, dengan mempertimbangkan kebutuhan spesifik dari setiap implementasi. Dengan pemahaman mendalam terhadap karakteristik dan kelebihan masing-masing metode, penelitian dan pengembangan selanjutnya diharapkan dapat menghasilkan sistem yang lebih canggih dan efisien dalam pengolahan citra dan deteksi objek.

## REFERENCES

- S. Abidin *et al.*, “Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab”.
- M. F. Sitorus, R. Fatharani, N. Fadhillah, T. Informatika, F. Teknik, and U. Samudra, “Sistem Deteksi Multi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier.” [Online]. Available: <https://ejournalunsam.id/index.php/jitkom/>
- G. Rahguna Putri Institut Teknologi Tangerang Selatan, M. Akbar Maulana, J. Raya Serpong Komp Bsd NoKav, L. Karya, K. Serpong Utara, and K. Tangerang Selatan, “Penerapan Haar Cascade Classifier Dalam Mendeteksi Kelainan Mata Pada Anak Menggunakan OpenCV,” *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, vol. 1, no. 4, pp. 317–324, 2023, doi: 10.54066/jikma-itb.v1i4.511.
- R. Alfian, V. Lusiana, and J. Homepage, “Penerapan OpenCV dengan Metode Haar Cascade untuk Mendeteksi Jumlah Kendaraan di Tempat Parkir Jurnal JTIC (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi),” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 8, no. 1, p. 2024, 2024, doi: 10.35870/jti.
- M. Alief, Z. Syafiq, A. A. Rafiq, and H. Susanti, “PENGEMBANGAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER PADA PENGENALAN MATA UNTUK SISTEM KEAMANAN BRANKAS,” *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6 ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, vol. 6, no. 1, 2020.
- S. Yulina, “100-109 Dokumen diterima pada 21 Januari,” 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>
- M. Wangge, “Penerapan Metode Principal Component Analysis (PCA) Terhadap Faktor-faktor yang Mempengaruhi Lamanya Penyelesaian Skripsi Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UNDANA,” vol. 05, no. 02, pp. 974–988, 2021.
- K. Suryadi and S. Sikumbang, “Human Detection Menggunakan Metode Histogram Of Oriented Gradients HUMAN DETECTION MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS (HOG) BERBASIS OPEN\_CV.”
- T. Kattenborn, J. Leitloff, F. Schiefer, and S. Hinz, “Review on Convolutional Neural Networks (CNN) in vegetation remote sensing,” *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 173. Elsevier B.V., pp. 24–49, Mar. 01, 2021. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2020.12.010.