

PENENTUAN AREA WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA VIOLA-JONES UNTUK APLIKASI MANIPULASI WARNA CITRA DIGITAL

[Face Area Determination Using Viola-Jones Algorithm For Digital Image Colour Manipulation Application]

Rainhard, rainhard.mail@gmail.com¹⁾, Teady Matius Surya Mulyana,
tmulyana@bundamulia.ac.id^{2)*}

¹⁾ PT YOYO Technology Indonesia

²⁾ Program Studi Informatika/Fakultas Teknologi dan Design, Universitas Bunda Mulia

Diterima 7 Januari 2025 / Disetujui 13 Maret 2025

ABSTRACT

Nowadays, many smartphones have a high-resolution camera module thus giving them ability to take photo and store it as digital image, with enormous size and dimension. Capturing photo with smartphone is also getting more common and some of the photo contain a subject of human face.

The Objective of this research is to implementing the Viola-Jones Object Detection Algorithm to a colour manipulation application for digital image that has been produced by smartphone. Object Detection is a branch of Computer Vision that used to detect the presence of an object using feature or template. In this research, Viola-Jones will be used for detecting the presence of human face on a digital image. The Result of this research is that the Viola-Jones Object Detection Algorithm can be implemented to the digital image colour manipulation application. This application can detect the presence of human face on the digital image.

The Conclusion of this research is that Viola-Jones algorithm is able to detect the presence of human face on the smartphone-produced digital image with 93% detection accuracy, based on the ratio of the total amount of face detected by the total amount of real face presence. Proven with the testing of 20 types of digital image with one face, and many faces.

Keywords: digital image, face detection, viola-jones, color-manipulation

ABSTRAK

Dewasa ini banyak Ponsel Pintar (Smartphone) yang telah memiliki modul kamera dengan resolusi tinggi, sehingga memberikannya kemampuan untuk mengambil foto dan disimpan dalam bentuk citra digital dengan dimensi dan ukuran yang lebih besar. Kegiatan mengambil foto menggunakan smartphone juga menjadi semakin umum dan sebagian diantara nya adalah foto dengan subjek wajah manusia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan algoritma Deteksi Objek Viola-Jones pada sebuah aplikasi manipulasi warna citra digital yang telah diambil oleh Smartphone. Deteksi Objek merupakan sebuah cabang ilmu dari *Computer Vision* yang berfungsi untuk mendeteksi kehadiran sebuah objek menggunakan fitur atau template. Dalam penelitian ini, Viola-Jones akan digunakan untuk mendeteksi kehadiran wajah manusia pada sebuah citra digital. Hasil dari penelitian ini adalah algoritma deteksi objek Viola-Jones dapat diimplementasikan pada aplikasi manipulasi warna citra digital. Aplikasi ini dapat mendeteksi kehadiran wajah manusia dalam sebuah citra digital.

Simpulan dari aplikasi ini adalah algoritma Viola-Jones dapat mendeteksi kehadiran wajah manusia pada citra digital yang dihasilkan dari smartphone, dengan tingkat akurasi deteksi sebesar 93% berdasarkan perhitungan perbandingan wajah yang berhasil dideteksi, dengan kehadiran wajah sesungguhnya. Dibuktikan dengan pengujian sebanyak 20 jenis citra digital dengan 1 wajah, dan lebih dari 1 wajah.

Kata Kunci: citra digital, deteksi wajah, viola-jones, manipulasi warna

*Korespondensi Penulis:

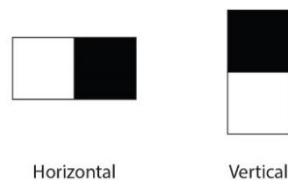
E-mail: tmulyana@bundamulia.ac.id

PENDAHULUAN

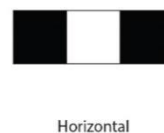
Citra digital merupakan objek yang tidak lepas dari kehidupan sebagian masyarakat kota-kota besar.[1] Salah satu nya adalah jakarta; Masyarakat menggunakan citra digital sebagai salah satu sarana informasi dan komunikasi. Hal ini dapat dibuktikan dengan banyaknya penggunaan citra digital di internet, mengingat Indonesia Juga termasuk dalam negara dengan pengguna internet terbanyak peringkat 4 di dunia.

Citra digital dapat diperoleh dengan beberapa cara, seperti: Kamera Digital Single-Lens Reflect (DSLR), Kamera Mirrorless, dan salah satu yang paling sering digunakan yaitu kamera smartphone.[2] Spesifikasi kamera yang berbeda-beda tentu mempengaruhi hasil foto digital yang ditangkap.[3] Selain itu, pengaturan fitur kamera yang didasarkan pada pengetahuan pengguna juga turut mempengaruhi pajanan (Exposure), kepekatan warna (Saturation), dan Color Temperature dari sebuah foto digital.[4] Maka dari itu, tidak menutup kemungkinan bahwa foto digital yang dihasilkan tidak sesuai harapan pengguna. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya pengetahuan pengguna kamera mengenai fitur kamera yang digunakannya, kondisi pencahayaan yang minim, spesifikasi kamera digital yang kurang memadai, dan sebagainya.[5] Algoritma Viola Jones dapat digunakan untuk mengenali posisi dan jumlah wajah pada suatu citra.

Permasalahan yang timbul berikutnya adalah diperlukan fitur yang layak digunakan.[6] Fitur Haar adalah set fitur yang terdiri dari dua atau lebih persegi sederhana yang digunakan oleh algoritma viola-jones dalam menghitung nilai piksel dalam sebuah jendela scanner. Set fitur haar yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah 2 set fitur 2 kotak dan 1 set fitur 3 kotak yang ditunjukkan pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**. Karena memiliki bentuk persegi, fitur haar dapat memanfaatkan citra integral untuk melakukan perhitungan pada area yang diperlukan dengan sangat cepat dan efisien, dibandingkan dengan harus melakukan perhitungan nilai piksel grayscale secara manual satu per satu. Selain itu, fitur haar memiliki kemiripan dengan karakteristik wajah manusia seperti yang diperagakan pada **Gambar 3**.



Gambar 1 Fitur Haar 2 kotak



Gambar 2. Fitur Haar 3 kotak



Gambar 3. Fitur Haar yang diaplikasikan pada bagian wajah manusia yang sesuai

Perhitungan nilai menggunakan fitur haar dilakukan dengan cara mengurangi jumlah piksel pada area kotak putih dengan jumlah piksel pada area kotak hitam seperti yang diperagakan pada **Gambar 4**. Jika hasil perhitungannya sesuai dengan *interval threshold* yang ditentukan, maka area fitur tersebut dapat diindasikan adalah wajah.



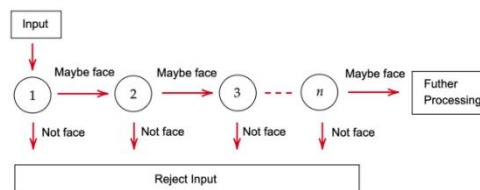
Gambar 4. Perhitungan nilai Fitur Haar

Salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam deteksi wajah adalah Algoritma Viola Jones.[7], [8] Dalam Deteksi Objek (Object Detection), algoritma Viola-Jones adalah metode untuk mengklasifikasikan satu atau lebih bagian dari suatu citra (berwarna maupun skala abu, yang nantinya dikonversi ke dalam bentuk citra integral) berdasarkan kehadiran wajah.[9], [10] algoritma viola-jones adalah untuk merubah citra grayscale yang ingin dicari kehadiran wajahnya, menjadi citra integral.[11] Pada dasarnya citra Integral adalah representasi lanjutan dari sebuah citra di mana nilai dari sebuah koordinat citra integral (x, y) ekuivalen dengan jumlah piksel dari atas dan kiri (inklusif) dari koordinat citra grayscale (x, y).[12] Rumus yang digunakan untuk proses merubah citra grayscale menjadi citra integral adalah sebagaimana ditulis dengan Rumus (1)[9].

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

untuk mendapatkan nilai citra integral $ii(x, y)$, maka dilakukan penjumlahan dari koordinat citra grayscale $i(x', y')$ inklusif dengan seluruh koordinat kiri dan atas yang tersedia.

Jumlah kemungkinan sebuah area pada posisi jendela scanner (x, y) adalah bukan wajah (negatif), akan selalu lebih besar dibandingkan dengan kemungkinan bahwa area tersebut adalah wajah (positif), maka algoritma viola-jones melakukan pendekatan yang berbeda dalam klasifikasi nya, yaitu: “Daripada mencari wajah, akan lebih cepat jika algoritma nya membuang yang bukan wajah.. Algoritma viola-jones dapat menggunakan *cascade classifier* yang fungsinya adalah menentukan apakah sebuah area itu sudah pasti bukan wajah seperti yang diperagakan pada **Gambar 5**.[13], [14] Jika hasilnya negatif, maka jendela scanner akan langsung menghentikan proses perhitungan fitur-fitur berikutnya, dan melanjutkan ke posisi citra yang selanjutnya. Tetapi jika hasilnya terindikasi wajah, maka classifier akan melanjutkan proses perhitungan fitur-fitur berikutnya. [15][16]

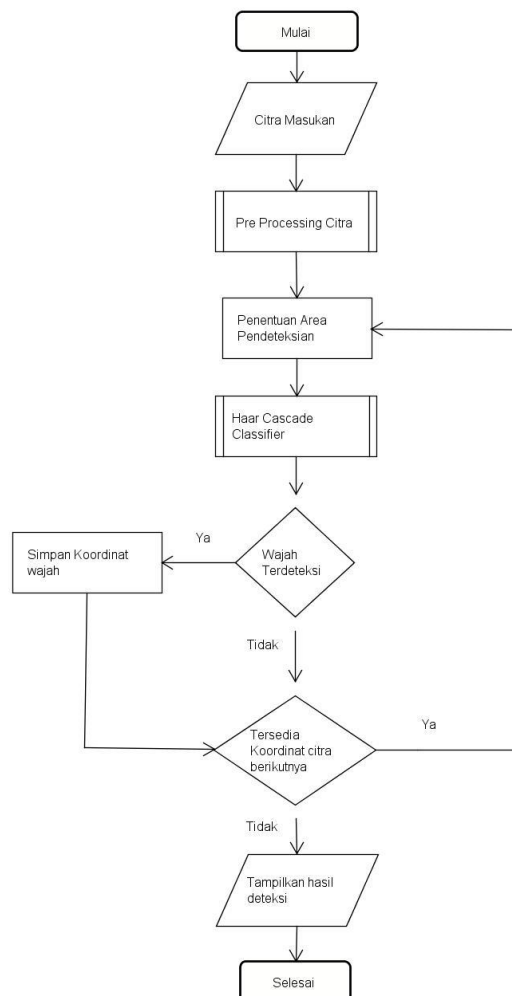


Gambar 5. Cascade Classifier

Deteksi Objek (Object Detection) menggunakan algoritma Viola-Jones adalah metode untuk mengklasifikasikan satu atau lebih bagian dari suatu citra (berwarna maupun skala abu, yang nantinya dikonversi ke dalam bentuk citra integral) berdasarkan kehadiran wajah, dengan cara mencocokkan beberapa fitur mirip Haar (Haar-like Feature) dengan citra integral yang ingin dideteksi keberadaan wajah nya.[17] Prinsip dasar bagaimana Viola-Jones bekerja adalah dengan cara menjalankan sebuah jendela scanner yang dapat mendeteksi kehadiran wajah pada bagian citra yang dimasukkan, dengan menggunakan haar-like feature.[18] Berdasarkan latar belakang penelitian yang pernah ada, maka diperlukan suatu pengukuran dari keberhasilan penggunaan fitur mirip Haar jika diterapkan untuk mengenali wajah secara cepat pada viola jones.[19]

METODOLOGI PENELITIAN

Agar dapat melakukan klasifikasi dengan cepat dan akurat, maka fitur yang digunakan untuk classifier tingkat 1 haruslah fitur yang benar-benar dapat merepresentasikan karakteristik wajah manusia yang paling unik. Maka algoritma viola-jones menggunakan fitur haar 3 kotak horizontal untuk mengenali area mata dan area antara kedua mata atau alis.



Gambar 6. Flowchart Penerapan Viola Jones dengan Fitur Haar

Proses deteksi wajah dapat dilihat pada **Gambar 6** yang merupakan alur dari proses deteksi wajah. Proses deteksi wajah dimulai dari proses memuat citra ke dalam aplikasi oleh *user*. Lalu akan dilanjutkan dengan proses *pre-processing* yang berisikan konversi citra menjadi citra *grayscale*. Kemudian akan dilakukan proses penentuan area deteksi menggunakan jendela *scanner* dengan ukuran awal 40 x 40 piksel dengan cara pengulangan *for (for loop)* kepada seluruh area citra berdasarkan dimensi lebar maksimum dan dimensi tinggi maksimum. Pada setiap posisi, citra *grayscale* pada area tersebut akan dikonversi menjadi citra integral. Setelah itu, dilakukan proses perhitungan fitur haar fase 1 untuk menentukan apakah area tersebut sudah pasti bukan wajah (negatif), atau mungkin terdapat wajah (positif). Jika hasilnya negatif maka jendela akan berpindah ke posisi berikutnya. Jika hasilnya positif, maka proses *cascade classifier* akan melanjutkan perhitungan ke fitur berikutnya, sampai total keseluruhan 3 fase. Semakin banyak fase yang dilalui, semakin besar kemungkinan bahwa area tersebut adalah wajah, dan peneliti menetapkan sebuah area harus melewati paling tidak 2 fase *cascade* untuk dapat menjadikan area tersebut positif terdapat wajah. Jika sudah positif, maka proses akan menandai koordinat dan ukuran dari jendela *scanner* untuk digambar persegi sebagai penanda bahwa di koordinat dan ukuran area tersebut terdapat wajah. Proses tersebut akan terus berulang sampai semua bagian citra selesai diperiksa dengan semua ukuran jendela *scanner* yang sudah diperbesar menggunakan skala 1.2 hingga mencapai batas tinggi atau lebar maksimum citra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap citra dengan ukuran 3492 x 4656 piksel, dimana tiap citra berisi wajah yang bervariasi jumlahnya. Posisi dan kondisi wajah seperti tingkat kemiringan wajah, kelengkapan atribut wajah, dan posisi wajah di dalam bingkai citra menjadi salah satu masalah pada penerapan ini. Pada **Gambar 7**, terlihat bahwa aplikasi berhasil mendeteksi 5 dari 6 wajah yang ada. Satu wajah yang tidak terdeteksi merupakan wajah yang atribut wajahnya – seperti mulut dan hidung – tidak lengkap karena tertutup oleh tangan. Derajat kemiringan wajah dan penampakan yang terlalu gelap juga menjadi faktor tambahan yang membuat aplikasi gagal mendeteksi sebagai wajah, seperti yang juga terjadi pada **Gambar 8**.



Gambar 7. Hasil deteksi dengan pencahayaan yang tidak merata



Gambar 8. Hasil deteksi wajah dengan kemiringan yang berbeda

Tabel 1. Hasil Pegujian

Jumlah Wajah	Rata-rata dikenali	keberhasilan
0	0	100%
1	1	100%
2	2	100%
3	3	100%
4	3.28	82%
5	4.05	81%
6	4.86	81%
7	5.6	80%
8	6.4	80%
9	7.2	80%
10	7.9	79%
11	8.69	79%
12	9.48	79%
13	10.27	79%
14	10.92	78%
15	11.7	78%
16	12.48	78%
17	12.92	76%
18	13.68	76%
		83%

Pada **Gambar 8** dapat kita lihat bahwa aplikasi hanya mendeteksi 1 dari 4 wajah utama yang ada. Wajah pertama yang terletak di bagian kiri, memiliki atribut wajah yang lengkap, namun sebagian dari wajah nya tidak tertangkap oleh kamera untuk masuk ke dalam citra, sehingga memiliki penampakan terpotong seperti demikian; membuat aplikasi gagal mendeteksi nya sebagai wajah. Demikian juga dengan wajah ke-4 di bagian kanan, di mana penampakan wajah nya tidak utuh dan berada di pinggir frame. Untuk wajah ke-2 di bagian kiri tidak memiliki atribut wajah yang lengkap, karena pose subjek yang mengangkat tangan untuk menutupi sebagian wajah nya, sehingga aplikasi gagal mendeteksinya sebagai wajah. Namun demikian, aplikasi tetap bisa mendeteksi 3 wajah tambahan yang ada di latar belakang terlepas dari ukurannya yang sangat kecil, namun memiliki penampakan atribut wajah yang lengkap dan tegak lurus.

Rata-rata tingkat keberhasilan dari deteksi wajah aplikasi manipulasi warna citra ditigal dalam mendeteksi dan menghitung jumlah wajah, sesuai dengan pengujian pada **Tabel 1**, didapat sebesar 83%. Pada hasil pengujian didapatkan jumlah wajah 1 sampai 3 memiliki keberhasilan 100%, sedangkan jumlah wajah mulai dari 4 dan selebihnya mengalami beberapa kegagalan. Semakin banyak wajah akan mengakibatkan semakin besar persentase wajah yang luput dikenali. Seperti yang sudah dibahas di atas, kegagalan dikarenakan kondisi wajah yang meliputi

pencahayaannya, posisi atau kemiringan wajah yang dapat mengakibatkan tidak lengkapnya fitur mengakibatkan kegagalan mengenali sebagai wajah. Hal ini memerlukan penelitian lebih lanjut agar dapat mengenali wajah-wajah yang gagal dikenali pada penelitian ini.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan terhadap aplikasi, maka diambil kesimpulan Algoritma Viola-Jones memiliki tingkat keberhasilan sebesar 83% dalam mendeteksi dan menghitung kehadiran wajah dalam sebuah citra digital yang diambil menggunakan *smartphone*, dimana kegagalan diakibatkan oleh pencahayaan dan posisi kemiringan wajah yang mengakibatkan ketidak lengkapnya fitur

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. F. Tampinongkol, Y. Herdiyeni, and E. N. Herliyana, "Feature extraction of Jabon (*Anthocephalus* sp) leaf disease using discrete wavelet transform," *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 18, no. 2, p. 740, Apr. 2020, doi: 10.12928/telkomnika.v18i2.10714.
- [2] P. Chitra, N. K. Dudy, S. Verma, and G. Mishra, "A Comparative Analysis of DSLR and Mirrorless Cameras for Dental Photography," *Journal of Indian Orthodontic Society*, vol. 58, no. 2, pp. 158–164, Apr. 2024, doi: 10.1177/03015742241226517.
- [3] D. Widyaningrum, T. Matius, and S. Mulyana, "Representasi Matrik Brightness Pola Gaussian Dengan Proyeksi Paralel Kaidah Tangan Kanan," *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT)*, vol. 7, no. 1, pp. 2580–2291, 2020, doi: <https://doi.org/10.25047/jtit.v7i1.133>.
- [4] N. Smith, "Photography camera tech; is the dslr dead?," *Engineering & Technology*, vol. 17, no. 2, pp. 54–56, 2022, doi: 10.1049/et.2022.0209.
- [5] T. M. S. Mulyana and Herlina, "Evenly brightening using kurtosis Gaussian pattern to simplify image binarization," *J Phys Conf Ser*, vol. 1397, no. 1, p. 012076, Dec. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1397/1/012076.
- [6] K. Surya and I. G. N. Suryantara, "PENGENALAN KARAKTER KANJI MENGGUNAKAN FITUR CHAIN CODE DAN EUCLIDEAN DISTANCE," *Jurnal Algoritma, Logika dan Komputasi*, vol. 5, no. 1, Aug. 2022, doi: 10.30813/j-alu.v5i1.2938.
- [7] Y.-Q. Wang, "An Analysis of the Viola-Jones Face Detection Algorithm," *Image Processing On Line*, vol. 4, pp. 128–148, Jun. 2014, doi: 10.5201/ipol.2014.104.
- [8] A. Sahitya and M. T. N, "A Survey on Face Recognition Technology-Viola Jones Algorithm."
- [9] P. Viola and M. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features," 2001.

- [10] M. Nova Marito Br Sipahutar, A. Linhar, S. Pardingotan Sipayung, U. Mandiri Bina Prestasi, and S. Utara, "Penerapan Adaboost Pada Algoritma Viola Jones Untuk Deteksi Wajah," 2023.
- [11] A. S. P. Putra, A. I. Pradana, A. A. K. Asri, and E. H. Prasetya, "Penerapan Face Recognition dengan Algoritma Viola Jones dalam Sistem Presensi Kehadiran Siswa Berdasarkan Titik Lokasi Berbasis Website," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 3, pp. 1739–1748, Jul. 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i3.4512.
- [12] C. Rahmad, R. A. Asmara, D. R. H. Putra, I. Dharma, H. Darmono, and I. Muhiqqin, "Comparison of Viola-Jones Haar Cascade Classifier and Histogram of Oriented Gradients (HOG) for face detection," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 732, no. 1, p. 012038, Jan. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/732/1/012038.
- [13] F. T. Nugroho and E. I. Sela, "Deteksi Citra Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 37–44, Dec. 2023, doi: 10.57152/malcom.v4i1.988.
- [14] S. Tasfia and S. Reno, "Face Mask Detection Using Viola-Jones and Cascade Classifier," in *2022 International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS)*, 2022, pp. 563–569. doi: 10.1109/ICAISS55157.2022.10011114.
- [15] F. Ludia Ramadini and E. Haryatmi, "Penggunaan Metode Haar Cascade Classifier dan LBPH Untuk Pengenalan Wajah Secara Realtime," vol. 6, no. 2, 2022, doi: 10.30743/infotekjar.v6i2.4714.
- [16] I. Alfiantama, D. P. Pamungkas, D. W. Widodo, U. Nusantara, and P. Kediri, "Implementasi Metode Haar Cascade Classifier Dalam Deteksi Objek Tanaman Bawang Merah," Online, 2024.
- [17] H. Hadi, H. Radiles, R. Susanti, and M. Mulyono, "Human Face Identification Using Haar Cascade Classifier and LBPH Based on Lighting Intensity," *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, vol. 5, no. 1, p. 13, May 2022, doi: 10.24014/ijaidm.v5i1.15245.
- [18] P. Viola and M. J. Jones, "Robust Real-Time Face Detection," 2004.
- [19] C. Fadli and D. Desmulyati, "Implementasi Perhitungan Face Detection Dengan Metode Haar Cascade Classifier," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 4, no. 6, pp. 535–542, Dec. 2021, doi: 10.32672/jnkti.v4i6.3721.