

## Analisa Hasil Deteksi Wajah Menggunakan Metode Viola-Jones

Indah Wulansari<sup>1</sup>, Khairi Ibnutama<sup>2</sup>, Hafizah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: <sup>1</sup> wulansariindah52@gmail.com, <sup>2</sup> mr.ibnutama@gmail.com, <sup>3</sup> hafizah22isnartiilyas@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: wulansariindah52@gmail.com

### Abstrak

Deteksi wajah merupakan suatu proses untuk mengidentifikasi wajah pada sebuah gambar, yang dipengaruhi oleh beragam latar belakang dan pencahayaan, berbagai ekspresi wajah, gaya rambut, aksesoris seperti kacamata maupun aksesoris lainnya. Deteksi wajah digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya wajah pada suatu gambar dan bagian ini merupakan langkah pertama dalam proses identifikasi dan menemukan lokasi citra wajah manusia dalam gambar terlepas dari ukuran, posisi, dan kondisi. Deteksi wajah sendiri dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu menggunakan metode Viola-Jones, yaitu sebuah metode yang digunakan untuk mendeteksi objek seperti manusia, mobil, wajah, dan sebagainya yang terdapat dalam EmguCV dan OpenCV. Dalam metode penelitian ini memiliki kelebihan tepat dibandingkan metode deteksi wajah lainnya dengan akurasi 95%. Namun memiliki kelemahan dari sistem deteksi wajah ini yaitu dengan beragam latar belakang aksesoris seperti kacamata maupun aksesoris lainnya sangat menentukan keberhasilan deteksi wajah ini.

**Kata kunci** : Deteksi, Wajah, Viola-Jones

### Abstract

Face detection is a process for identifying faces in an image, which is influenced by various backgrounds and lighting, various facial expressions, hairstyles, accessories such as glasses and other accessories. Face detection is used to determine whether or not a face is present in an image and this section is the first step in the process of identifying and finding the location of a human face image in an image regardless of size, position and condition. Face detection itself can be done in various ways, one of which is using the Viola-Jones method, which is a method used to detect objects such as humans, cars, faces, and so on contained in EmguCV and OpenCV. In this research method has the advantage of being precise compared to other face detection methods with an accuracy of 95%. However, this face detection system has a weakness, namely that with a variety of backgrounds, accessories such as glasses and other accessories greatly determine the success of this face detection.

**Keywords** : Detection, Face, Viola-Jones

## 1. PENDAHULUAN

Deteksi wajah merupakan suatu proses untuk mengidentifikasi wajah pada sebuah gambar, yang dipengaruhi oleh beragam latar belakang dan pencahayaan, berbagai ekspresi wajah, gaya rambut, aksesoris seperti kacamata maupun aksesoris lainnya. Deteksi wajah digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya wajah pada suatu gambar dan bagian ini merupakan langkah pertama dalam proses identifikasi dan menemukan lokasi citra wajah manusia dalam gambar terlepas dari ukuran, posisi, dan kondisi. Berbagai bidang yang memanfaatkan deteksi wajah ini adalah pengenalan wajah atau face recognition [1]. Penelitian tentang deteksi wajah ini pertama kali dikenalkan oleh peneliti Viola dan Jones pada tahun 2001. Selanjutnya, penelitian yang terkait dengan deteksi wajah ini semakin berkembang karena memiliki banyak manfaat dan aplikasi, sebagai contoh mendeteksi wajah untuk sistem keamanan, sistem keselamatan, sistem pengenalan, sistem presensi, dan berkembang bersama aplikasi lainnya [2].

Deteksi wajah sendiri dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu menggunakan metode Viola-Jones, yaitu metode yang menggabungkan Integral Image dan AdaBoost untuk mencari dan melakukan seleksi nilai fitur dan membentuk *Cascade Classifier* [3]. Metode Viola-Jones ini digunakan untuk mendeteksi wajah dan segmentasi warna kulit, pengolahan data diuji menggunakan *Matlab dan capture pada smartphone*. Uji coba dilakukan pada intensitas cahaya normal dengan jarak dan posisi wajah yang telah ditentukan. Metode Viola-Jones adalah sebuah metode yang digunakan untuk mendeteksi objek seperti manusia, mobil, wajah, dan sebagainya yang terdapat dalam EmguCV dan OpenCV [4].

Fungsi metode ini menggabungkan konsep fitur Haar, Integral Image, dan AdaBoost yang kemudian diproses dalam bentuk *Cascade Classifier*. Bagian utama dari algoritma Viola-Jones adalah komputasi dan seleksi fitur. Penggunaan Integral Image untuk mengekstrak fitur Haar telah mempercepat waktu komputasi dibandingkan dengan hitungan per piksel. Keunggulan utama algoritma Viola-Jones adalah sifatnya yang kuat, yaitu mempunyai tingkat deteksi tinggi untuk pelacakan wajah dalam gambar dengan tingkat kesalahan yang rendah. Tujuan penelitian ini untuk mengimplementasikan metode Viola-Jones serta melakukan modifikasi yang diharapkan dapat meningkatkan performa sistem [5].

Menurut penelitian yang berjudul “Penerapan Algoritma Viola-Jones Untuk Deteksi Wajah”. Dapat dilihat dari hasil yang dilakukan untuk, dataset Boadataset menunjukkan tingkat proses deteksi wajah. Penelitian ini hanya mampu mendeteksi wajah wajah dalam posisi pandangan kedepan [6].

Sedangkan bahan perbandingan penelitian lainnya yaitu penelitian yang berjudul “Sistem Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Algoritma Viola-Jones Dan Principal Component Analysis”. Dari hasil penelitian ini telah berhasil dilakukan perancangan sistem pengenalan wajah manusia. Proses deteksi wajah dilakukan menggunakan algoritma Viola-

Jones. Tahapan pengujian yang dilakukan pada foto wajah mahasiswa diperoleh hasil pengenalan wajah yang cukup baik. Hasil pengujian program aplikasi sistem menunjukkan bahwa sistem telah diimplementasikan dengan baik [7].

Dari hasil referensi yang telah ditemukan, maka pengolahan citra digital menggunakan metode Viola-Jones dapat digunakan. Metode Viola Jones memiliki tingkat yang lebih tinggi dibandingkan metode deteksi wajah lainnya, namun metode Viola-Jones juga memiliki kelemahan yaitu berupa kesulitan dalam menentukan wajah pada gambar wajah non-frontal (tidak tegak lurus ke arah kamera). Posisi wajah sangat menentukan keberhasilan metode Viola-Jones dalam mendeteksi wajah. Dalam metode penelitian ini memiliki kelebihan tepat dibandingkan metode deteksi wajah lainnya dengan akurasi 95% [8]. Dan pencahayaan yang tidak merata dapat diakibatkan karena pengambilan citra dari jarak jauh diruangan terbuka, sehingga terdapat beberapa bagian pada wajah yang memiliki cahaya yang tidak merata, dan posisi wajah yang tegak/tidak tegak sangat menentukan keberhasilan dari deteksi wajah ini [9].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Dalam metode penelitian untuk analisa hasil deteksi wajah menggunakan metode viola-jones ini terdapat 2 bagian, yaitu pengumpulan data dan studi pustaka.

Pengumpulan data merupakan kegiatan mencari data yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian. Pengumpulan data gambar sampel berupa gambar manusia yang di-download dari internet secara acak.

### 2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik pengolahan citra. Citra yang dimaksud disini adalah citra gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer. Secara matematis, citra merupakan fungsi continue dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Sebuah citra dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi  $f(x,y)$  yang terdiri dari  $M$  kolom dan  $N$  baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel atau elemen kecil dari sebuah citra [10].

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra menggunakan komputer menjadi citra yang memiliki kualitas lebih baik agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (komputer), di mana masukannya (input) adalah citra dan keluarannya (output) juga citra yang mempunyai kualitas lebih baik. Tujuan dari pemrosesan ini adalah untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer [11].

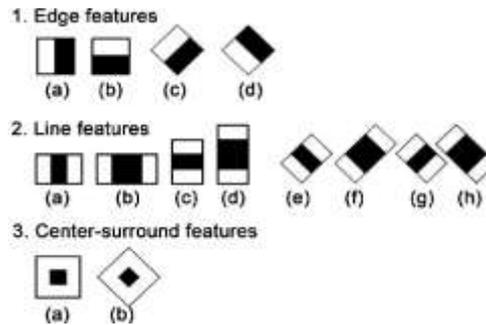
Untuk memperbaiki kualitas citra dari noise, kurang tajam, kabur, warna terlalu kontras dan lain sebagainya dibutuhkan pengolahan citra. Pengolahan citra digunakan jika hasil pengolahan berupa citra berbentuk citra lain yang mengandung atau memperkuat informasi khusus pada citra hasil pengolahan sesuai dengan tujuan pengolahannya [12].

### 2.3 Metode Viola-Jones

Metode Viola-Jones adalah metode yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi objek hal ini dikarenakan metode ini memiliki algoritma yang tepat, sehingga tidak memerlukan waktu lama dalam melakukan proses pendeteksian objek. Proses pendeteksian objek dilakukan dengan mengklasifikasikan sebuah gambar setelah sebelumnya sebuah pengklasifikasi dibentuk dari data training. Deteksi menggunakan metode Viola-Jones bisa mengenali objek yang solid. Prosedur deteksi wajah Viola-Jones mengklasifikasikan gambar berdasarkan pada nilai fitur yang sederhana. Terdapat banyak alasan untuk menggunakan suatu fitur dari pada piksel secara langsung. Alasan yang paling umum yaitu bahwa fitur dapat digunakan untuk mengkodekan pengetahuan domain ad-hoc yang sulit dalam pembelajaran terhadap data latih yang terbatas jumlahnya. Alasan penting kedua adalah untuk menggunakan fitur yaitu sistem fitur berbasis operasi jauh lebih cepat dari pada sistem berbasis piksel. Metode Viola-Jones menggabungkan empat tahap pengolahan data yaitu *fitur haar*, *integral image*, *AdaBoost* dan *Classifier of Cascade* [13].

#### 2.3.1 Haar-Like Feature

Secara umum, *Haar-Like Feature* digunakan untuk mendeteksi objek pada image digital. Awalnya pengolahan gambar ini hanya dengan melihat dari nilai RGB pada setiap piksel, namun metode ini ternyata tidaklah efektif. Sehingga terbentuklah *Haar-Like Feature* yang dikembangkan oleh Viola dan Jones. *Haar-like feature* memproses suatu gambar dalam kotak-kotak, dimana dalam satu kotak terdapat beberapa piksel. Per kotak kemudian diproses dan didapatkan beberapa perbedaan nilai (threshold) yang menandakan daerah gelap dan terang. Nilai-nilai inilah nantinya akan dijadikan dasar dalam image processing. Hasil deteksi *Haar-like feature* ini kurang akurat jika hanya menggunakan satu fungsi saja. Semakin tinggi tingkatan filter pendeteksian maka akan semakin tepat pula sebuah obyek dideteksi, tetapi akan semakin lama proses pendeteksian. Pemrosesan *Haar-like feature* tersebut diatur dalam cascade classifier [14].



Gambar 1. Contoh Variasi Fitur pada Haar Like Feature

**2.3.2 Integral Image**

*Integral Image* merupakan representasi citra baru yang digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya dari fitur haar pada sebuah gambar secara efisien. Integral image ini sering digunakan untuk pendeteksian wajah. Dengan menggunakan *integral image* pada proses perhitungan bisa dilakukan hanya dengan satu kali scan dan memakan waktu yang cepat dan akurat. Integral image dapat digunakan untuk menghitung hasil penjumlahan nilai piksel pada daerah yang dideteksi oleh fitur haar. Pada umumnya, pengintegrasian tersebut berarti menambahkan nilai piksel dengan bersamaan. Nilai integral untuk masing-masing piksel ini adalah jumlah dari semua piksel-piksel dari atas sampai bawa, nilai dari citra dapat dijumlahkan dengan beberapa operasi bilangan bulat per piksel [15]. Berikut adalah simulasi dari integral image :

$$i(x, y) = i(x, y) + i(x, y - 1) + i(x - 1, y) + i(x - 1, y - 1)$$

Keterangan:

- $s(x, y)$  = Jumlah piksel pada daerah yang diinginkan.
- $i(x, y)$  = Nilai intensitas diperoleh dari piksel citra masukan.
- $s(x, y - 1)$  = Nilai piksel pada sumbu y.
- $s(x - 1, y)$  = Nilai piksel pada sumbu x
- $s(x - 1, y - 1)$  = Nilai piksel ujung.

**2.3.3 Algoritma Boosting**

Algoritma AdaBoost learning, digunakan untuk meningkatkan suatu kinerja klasifikasi dengan pembelajaran sederhana untuk menggabungkan classifier lemah menjadi satu classifier yang kuat. Classifier lemah merupakan suatu jawaban benar dengan tingkat kebenaran yang kurang akurat [16].

*AdaBoost* menggabungkan banyak classifier lemah untuk membuat sebuah classifier yang kuat. Dengan menggabungkan beberapa *AdaBoost classifier* sebagai rangkaian filter yang cukup efisien untuk menggolongkan didaerah image. AdaBoost merupakan tahap ke tiga dalam metode Viola-Jones. *Boosting* merupakan meta-algoritma dalam machine learning untuk melakukan supervised learning. Secara umum boosting terjadi dalam literasi, secara incremental menambah *weak classifier* kedalam satu *strong classifier*. Pada setiap literasi, satu *weak classifier* belajar dari suatu data latihan. Kemudian *weak classifier* itu ditambahkan, data-data kemudian diubah masing-masing bobotnya. Data-data yang mengalami kesalahan klasifikasi akan mengalami penambahan bobot, dan data-data yang terklasifikasi dengan benar akan mengalami pengurangan bobot. *Weak classifier* dalam hal ini yaitu nilai dari *haar-like feature* [17].

Bobot awal =  $W_j = \frac{1}{2m}, w_j = \frac{1}{2l}$

$h_t(x)$  merupakan nilai fitur gambar positif.

$h_j(x)$  Merupakan nilai fitur gambar negatif.

Untuk citra positif :  $\epsilon_t = (\sum_t^T w_{t,i}) |h_t(x) - y_i|$

Untuk citra negatif :  $\epsilon_j = (\sum_j^J w_{t,i}) |h_j(x) - y_i|$

Jika  $\epsilon_t \leq \epsilon_j < 0$ , hentikan literasi

$$H(x) = \begin{cases} 1 & \sum_j^J a_j h_j \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T a_t \\ 0 & \text{bukan objek.} \end{cases}$$

Dimana :  $a_j = \log \frac{1}{\beta_t}, a_t = \log \frac{1}{\beta_t}$

Jika posisi  $H(x) = 1$  maka citra tersebut merupakan objek.

Jika posisi  $H(x) = 0$  maka citra tersebut merupakan bukan objek.

$H(x)$  = Strong Classifier atau klasifikasi yang menyatakan objek atau bukan.

$\alpha_j$  = Tingkat pembelajaran gambar positif.

$\alpha_t$  = Tingkat pembelajaran gambar negatif.

$\beta_j^i$  = Nilai bobot setelah error rate pada gambar negatif.

$\beta_t^i$  = Nilai bobot setelah error rate pada gambar positif.

$H_j^i$  = Weak atau basic classifier (awal dari klasifikasi) gambar negatif.

$H_t$  = Weak atau basic classifier (awal dari klasifikasi) gambar positif.

### 2.3.4 Cascade Classifier

Cascade Classifier adalah step untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dengan menghitung nilai Haar Feature secara banyak dan berulang. Pada klasifikasi tahap 1, setiap sub citra akan diklasifikasikan dengan satu fitur, bila hasil tidak memenuhi kriteria, maka hasil ditolak. Klasifikasi tahap 2, pada setiap sub citra akan diklasifikasikan kembali. Jika didapatkan nilai threshold yang diinginkan, maka akan dilanjutkan ke tahap fiter selanjutnya (klasifikasi tahap 3). Hingga sub citra yang lolos akan berkurang hingga mendekati citra yang ada pada sampel tersebut [18].

Cascade Classifier adalah suatu metode pengklasifikasian bertingkat, dimana input dari setiap tingkatan merupakan output dari tingkatan sebelumnya. Pada cascade classifier tingkat pertama, yang menjadi inputan adalah seluruh citra sub-window. Semua citra sub-window yang berhasil melewati classifier pertama akan dilanjutkan ke classifier dua, dan seterusnya. Apabila suatu sub-window berhasil melewati semua tingkat classifier, maka sub-window dinyatakan sebagai wajah. Sedangkan sub-window yang gagal melewati suatu tingkat classifier akan langsung dieliminasi dan dinyatakan sebagai bukan wajah (tidak akan diproses lagi). Hal ini sangat dapat mempercepat proses pengklasifikasian, karena jumlah inputan yang diterima di setiap classifier akan semaking berkurang [19]. Untuk lebih jelasnya perhatikan pada gambar berikut ini.

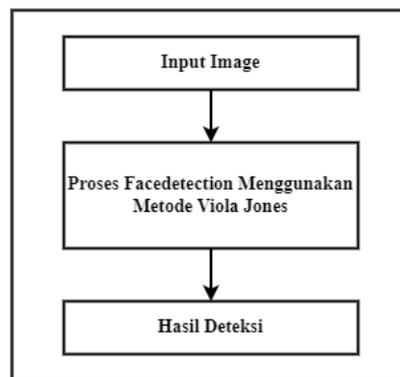


Gambar 2. Diagram Tahapan Cascade Classifier

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Penerapan Metode Viola-Jones

Teknik pengolahan citra yang digunakan untuk deteksi wajah menggunakan metode Viola Jones. Berikut kerangka kerja atau proses dari metode Viola-Jones :



Gambar 3 Kerangka Kerja Metode Viola Jones

Keterangan :

1. Input Image  
Adalah fasilitas untuk memasukkan gambar yang akan dideteksi wajahnya yang ada di galeri komputer.
2. Gambar asli  
Adalah tempat untuk menampilkan sebuah gambar yang telah di ambil dari tombol insert.
3. Facedetection  
Adalah tombol yang digunakan untuk memproses gambar asli yang telah diinputkan.
4. Hasil  
Adalah tempat untuk menampilkan jumlah wajah yang terdeteksi dalam sebuah gambar.

Sebagai contoh penerapannya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Piksel Citra Asli 5x5 Sample Wajah 2

76	70	109	127	152
68	74	139	148	133
91	80	142	131	127
88	71	111	117	112
65	67	97	129	122

Tabel 2. Fitur Haar

76	70	109	127	152
68	74	139	148	133
91	80	142	131	127
88	71	111	117	112
65	67	97	129	122

Tabel 4. Cara Menghitung Citra Integral Pada Fitur Haar

	0.3	0.2	0.4	0.5	0.6
	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5
	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4
	0.2	0.2	0.3	0.5	0.4
76 : 255	70 : 255	109 : 255	127 : 255	152 : 255	
68 : 255	74 : 255	139 : 255	148 : 255	133 : 255	
91 : 255	80 : 255	142 : 255	131 : 255	127 : 255	
88 : 255	71 : 255	111 : 255	117 : 255	112 : 255	
65 : 255	67 : 255	97 : 255	129 : 255	122 : 255	

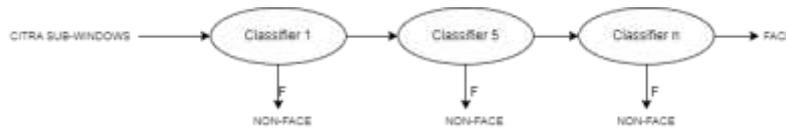
Tabel 5. Hasil Citra Integral

Rata – rata putih =  $(0.4+0.5+0.6+0.5+0.5+0.5+0.5+0.5+0.5+0.4+0.4+0.4+0.3+0.5+0.4/15) = 0.46$

Rata – rata hitam =  $(0.3+0.2+0.2+0.3+0.3+0.3+0.3+0.2+0.2+0.2/10) = 0.25$

Nilai Haar Features = Total Piksel Putih – Total Piksel Hitam  
 =  $0.46 - 0.25$   
 =  $0.21$

- Nilai fitur haar yang didapatkan pada perhitungan diatas adalah 0.21 adalah nilai perbedaan antara fitur hitam dan fitur putih yang biasanya disebut dengan threshold, threshold ini nantinya akan dijadikan sebagai parameter untuk mengklaifikasikan citra atau objek, apakah objek tersebut adalah wajah atau bukan wajah.
- Setelah nilai dari *citra integral* sudah didapatkan langkah selanjutnya adalah menentukan *cascade classifier*,



Gambar 4. Tahapan Cascade Classifier

- Pada klasifikasi pertama, setiap sub windows yang akan diklasifikasikan hanya menggunakan satu fitur, jika hasil dari nilai fitur tersebut tidak memenuhi kriteria yang diinginkan dalam artian wajah, maka akan di tolak dan akan dilanjutkan pada fitur selanjutnya dan akan menghitung nilai fitur kembali, jika didapatkan nilai fitur yang diharapkan sesuai dengan threshold yang diinginkan maka akan dilanjutkan ke tahap filter selanjutnya, sampai jumlah sub windows yang lolos dari klasifikasi berkurang hingga mendekati wajah dari objek tersebut. Setelah adanya cascade classifier diatas sub windows yang terakhir lolos yang akan jadi hasil dari deteksi wajah ini, dengan kata lain ada sebuah citra yang wajah dengan ditandai bentuk persegi kecil yang berwarna kuning.
- Total Sampel Sukses :

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Klasifikasi Valid}}{\text{Jumlah Data}} \times 100 \%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{19}{20} \times 100 \%$$

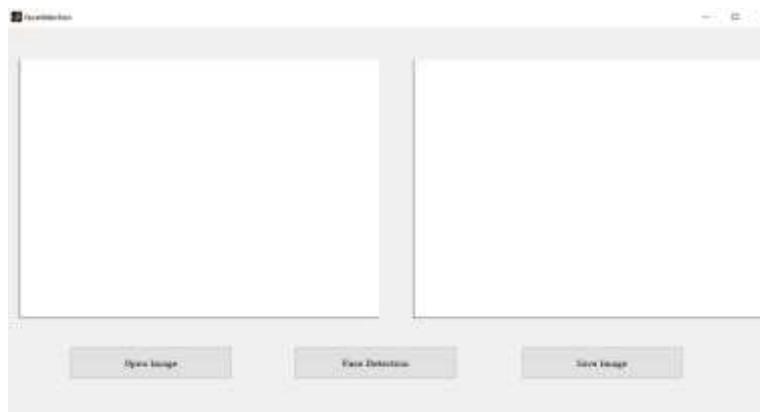
$$\text{Akurasi} = 95 \%$$

### 3.2 Implementasi Sistem

Berikut ini merupakan hasil implementasi sistem yang telah dibangun dengan berbasis *Desktop* menggunakan Matlab R2013a dan dilakukan pengujian menggunakan metode *Black Box Testing*.

a. Halaman Utama

Halaman antarmuka pengguna dapat ditampilkan melalui halaman utama yang akan terlihat pada saat program dijalankan. Dan tampilan halaman utama merupakan halaman awal pengolahan citra digital untuk mendeteksi wajah.



Gambar 1. Tampilan Halaman Utama

b. Tampilan Open Image

Adalah fasilitas untuk memasukkan gambar yang akan dideteksi wajahnya yang ada di galeri komputer.

c. Face Detection

Tombol face detection digunakan untuk memproses gambar yang sudah diproses.



Gambar 2. Tampilan Open Image

d. Tampilan Hasil Proses Face Detection

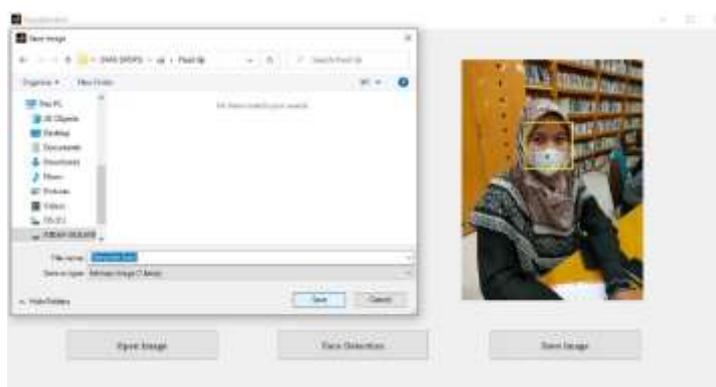
Setelah melakukan *open image* selanjutnya kita akan menekan tombol proses *face detection* yang berfungsi untuk menampilkan hasil pendeteksian wajah, dimana dalam gambar ditandai dengan kotak kuning.



Gambar 3. Tampilan Hasil Proses *Face Detection*

e. Tombol Save Image

Untuk mengetahui hasil dari gambar yang terdeteksi.



Gambar 4. Tampilan Save Image

### 3.3 Hasil Pengujian

Pengujian ini akan dilakukan dengan menggunakan teknik *black box testing*. Teknik ini digunakan untuk menguji seluruh tombol dan tampilan pada aplikasi yang berfungsi dengan baik atau tidak.

Tabel 1. Black Box Testing

No.	Nama Pengujian	Tes Case	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Tampilan Menu Utama		Pada tampilan menu utama telah berhasil dapat di akses oleh user yang ingin menggunakan aplikasi.	Valid
2	Tampilan Menu Image		Pada tampilan open image telah berhasil dapat digunakan oleh user untuk memilih gambar yang akan ditampilkan.	Valid
3	Tampilan Proses Face Detection		Pada tampilan proses face detection telah dapat dilakukan untuk diberikan tampilan hasil deteksi wajah pada gambar.	Valid
4	Tampilan Tombol Save Image		Pada tampilan tombol save image telah dapat dilakukan untuk mengetahui hasil dari gambar yang terdeteksi.	Valid

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dirancang suatu sistem untuk mendeteksi wajah pada suatu gambar dengan menggunakan metode *Viola-Jones* berhasil dideteksi. Berdasarkan hasil deteksi jika cahaya yang tidak merata, dan posisi wajah yang tegak/tidak tegak berhasil terdeteksi menggunakan metode *Viola-Jones*. Metode dalam penelitian ini memiliki kelebihan tepat dibandingkan metode deteksi wajah lainnya dengan akurasi 95%. Namun memiliki kelemahan dari sistem deteksi wajah ini yaitu dengan beragam latar belakang, aksesoris seperti kacamata maupun aksesoris lainnya sangat menentukan keberhasilan deteksi wajah ini.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa'Taala yang memberikan rahmat dan hidayah sehingga mampu menyelesaikan jurnal ini. Kemudian kepada Bapak Khairi Ibnuutama dan Ibu Hafizah atas segala waktu dan ilmunya yang telah memberikan bimbingan selama masa pengerjaan hingga menyelesaikan jurnal ini dan kepada seluruh dosen serta pegawai kampus STMIK Triguna Dharma yang telah banyak membantu baik dari segi informasi ataupun dukungan lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Sudianto and F. Samopa, "Sistem Deteksi Wajah Pada Open Source Physical Computing," *J. Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 96–108, 2015, doi: 10.9744/informatika.12.2.96-108.
- [2] D. Hardiyanto and D. Anggun Sartika, "Optimalisasi Metode Deteksi Wajah berbasis Pengolahan Citra untuk Aplikasi Identifikasi Wajah pada Presensi Digital," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 7, no. 1, p. 107, 2018, doi: 10.36055/setrum.v7i1.3367.
- [3] P. Dwisnanto, B. Teguh, and Winduratna.B, "Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones," *Semin. Nas. Science, Eng. Technol.*, pp. 1–5, 2012.
- [4] A. Asni b and T. O. Dana, "Identifikasi Wajah Dengan Segmentasi Warna Kulit Menggunakan Metode Viola Jones," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.36277/jteuniba.v4i1.47.

- [5] A. R. Syafira, "Sistem Deteksi Wajah Dengan Modifikasi Metode Viola Jones," *J. Tek. Elektro*, vol. 17, no. 01, 2020.
- [6] R. Wahyusari and B. Haryoko, "Penerapan Algoritma Viola Jones untuk Deteksi Wajah," *J. Maj. Ilm. STTR Cepu*, pp. 44–49, 2014, [Online]. Available: <https://www.sttrcepu.ac.id/jurnal/index.php/simetris/article/download/24/15>
- [7] M. A. Prastya, "Sistem Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Algoritma Viola-Jones Dan Principal Component Analysis," *Ubiquitous Comput. its Appl. J.*, vol. 2, pp. 85–92, 2019, doi: 10.51804/ucaiaj.v2i2.85-92.
- [8] Y. Ferik, H. Octavianto, and H. Wahyu, "Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma Viola Jones," *Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma Viola Jones*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2015.
- [9] N. Jawas, "Perbaikan Citra Untuk Pengenalan Wajah Pada Citra," pp. 6–7, 2016.
- [10] D. I. S. Saputra, R. A. Pamungkas, K. A. N. Ramadhan, and W. S. Anjar, "Pelacakan Dan Deteksi Wajah Menggunakan Video Langsung Pada Webcam," *Telematika*, vol. 10, no. 1, pp. 50–59, 2017.
- [11] N. Heryana, Rini Mayasari, and Kiki Ahmad Baihaqi, "Penerapan Haar Cascade Classification Model Untuk Deteksi Wajah, Hidung, Mulut, dan Mata Menggunakan Algoritma Viola-Jones," *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–25, 2020, doi: 10.36805/technoexplo.v5i1.1064.
- [12] S. Heranurweni, "Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (lvq)," *Pros. SNST Fak. Tek.*, vol. Vol 1, pp. 66–74, 2010.
- [13] H. M. Friedman, "Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.," *Foundations*, vol. 31, no. 0, pp. 1–2, 2000.
- [14] A. Budi, S. Suma'inna, and H. Maulana, "Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA)," *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 166–175, 2018, doi: 10.15408/jti.v9i2.5608.
- [15] S. H. D. Loppies, "Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Deteksi Wajah Dalam Citra Digital," *Musamus J. Technol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2018, doi: 10.35724/mjti.v1i1.991.