

# **Implementasi *Face Recognition* Menggunakan Metode *Haar Cascade Classifier***

**TSABIT<sup>1\*</sup>, YUSUP MIFTAHUDDIN<sup>1</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Informatika Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: tsabitmuhsin13@mhs.itenas.ac.id

*Received 24 01 2024 | Revised 31 01 2024 | Accepted 31 01 2024*

## **ABSTRAK**

*Pengenalan wajah merupakan metode identifikasi yang fokus pada fitur wajah. Teknologi ini terus berkembang di bidang visi komputer dan diterapkan dalam berbagai konteks, seperti sistem biometrik, pencarian dan pengindeksan video digital, kontrol keamanan akses terbatas, konferensi video, dan interaksi manusia dengan komputer. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendeteksi wajah adalah Metode Haar Cascade Classifier. Keunggulan metode ini terletak pada kecepatan komputasinya, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam suatu persegi pada citra. Pengenalan wajah yang diusulkan menggunakan pendekatan objek wajah dengan variasi posisi yang ditangkap melalui webcam yang terhubung ke komputer atau menggunakan webcam bawaan laptop.*

**Kata kunci:** *Face Recognition, haar cascade classifier, pengenalan wajah*

## **ABSTRACT**

*Face Recognition is an identification method that focuses on facial features. This technology continues to evolve in the field of computer vision and is applied in various contexts, such as biometric systems, searching and indexing digital video, limited access security control, video conferences, and human-computer interaction. One commonly used algorithm for detecting faces is the Haar Cascade Classifier Algorithm. The advantage of this algorithm lies in its computational speed, as it relies only on the number of pixels in a square within an image. The proposed Face Recognition employs an approach that captures facial objects with varying positions through a webcam connected to a computer or using a built-in laptop webcam*

**Keywords:** *author's guideline, document's template, format, style, abstract*

## a. 1. PENDAHULUAN

Pada era modernisasi membuat gaya hidup manusia sangat bergantung pada pemanfaatan teknologi. Inovasi terus bermunculan, memberikan kemudahan dalam berbagai kegiatan, termasuk di dalamnya proses pengidentifikasian identitas seseorang (Gymnovriza et al., 2022). Wajah manusia adalah sebagian dari tubuh manusia yang dapat dimanfaatkan untuk tujuan identifikasi karena karakteristik unik yang ditentukan oleh sejumlah parameter tertentu. Keistimewaan dan pengukuran parameter yang bervariasi membantu kita mengenali individu dan membedakan satu orang dari yang lain. Pengenalan wajah adalah suatu teknik di mana identitas manusia dapat dikenali hanya melalui penggunaan wajah seseorang (Buana, 2021).

Deteksi wajah sendiri dapat dilakukan melalui berbagai metode, salah satunya menggunakan pendekatan *Haar Cascade Classifier*. Metode *Haar Cascade Classifier* merupakan salah satu metode yang dipakai untuk mengidentifikasi keberadaan wajah yang memiliki kemampuan untuk mengenali objek, termasuk wajah manusia dengan cepat dan *real time* (Abidin, 2018). Metode *Haar Cascade Classifier* berfungsi untuk mendeteksi wajah atau objek dalam gambar digital. Metode ini memperlihatkan suatu fungsi matematika dalam bentuk kotak, yang menampilkan nilai RGB pada setiap piksel. Viola-Jones mengembangkan metode ini dengan memproses setiap kotak untuk menghasilkan nilai yang merepresentasikan area gelap dan terang, yang menjadi dasar dalam pemrosesan gambar dan dikenal sebagai Fitur *Haar-Like* (Mantara Sakti et al., 2022).

*Haar Cascade* melakukan klasifikasi dengan langkah-langkah untuk mendapatkan nilai *Haar Feature* yang lebih akurat. Pada langkah awal, sub-citra dengan satu fitur diklasifikasikan, jika tidak memenuhi kriteria, ditolak. Langkah klasifikasi kedua mencakup perhitungan ulang untuk mendapatkan nilai *threshold*. Langkah klasifikasi ketiga melibatkan sub-citra yang berhasil mendekati nilai citra sebenarnya (Santoso et al., 2020). Metode *Haar Cascade Classifier* memiliki keunggulan dalam komputasi yang sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi, bukan setiap nilai piksel dari suatu gambar (Prathivi et al., 2020). Pengenalan wajah merupakan suatu proses di mana citra wajah yang tidak dikenal diidentifikasi atau diverifikasi menggunakan metode komputasi, dan kemudian dibandingkan dengan data wajah yang telah ada (Dwiparaswati et al., 2022).

Walaupun telah banyak penelitian dalam bidang deteksi dan identifikasi wajah melalui citra, namun pencapaian hingga saat ini belum mencapai tingkat kesempurnaan (Qorik et al., 2020). Khususnya jika mempertimbangkan pembahasan yang terbatas mengenai deteksi citra wajah manusia dengan memperhatikan variasi posisi wajah. Variasi posisi wajah yang menjadi fokus dalam penelitian ini melibatkan sudut kemiringan dan jarak antara wajah manusia dengan kamera yang digunakan sebagai perangkat pengambil gambar.

Penelitian ini berupa sebuah aplikasi yang menggunakan data berupa sampel citra yang diambil dari sebuah *webcam* yang terhubung dengan komputer. Citra wajah manusia yang diambil bervariasi, dengan setiap citra mendapatkan perlakuan variasi yang sama, seperti kemiringan sudut posisi citra wajah, jarak wajah terhadap kamera *webcam*, dan intensitas cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengenali wajah pada foto secara langsung. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi nama menggunakan citra wajah dengan tingkat akurasi yang baik.

## b. 2. METODOLOGI

### 2.1. Pengumpulan Data

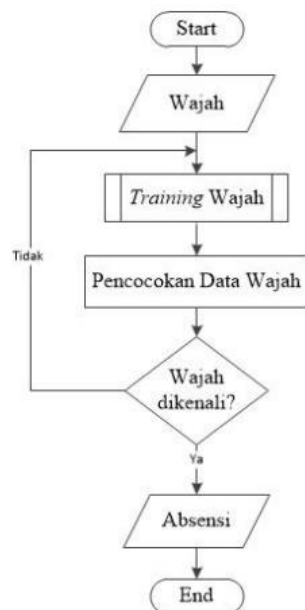
Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data, yang terdiri dari data pelatihan wajah dan data mahasiswa yang dihasilkan langsung oleh sistem akademik sebagai referensi dalam pengembangan sistem. Dalam penelitian ini, diambil data wajah dari 5 mahasiswa, dengan masing-masing mahasiswa memiliki 1 sampel wajah yang diambil dari posisi depan yang telah tersimpan di dalam *database*.

**Tabel 1. Data Latih Wajah**

| No | Nama           | Data Training                                                                       | Kode Face Recognition |
|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Fikral Andhika |    | Fikral                |
| 2. | Tsabit         |    | Tsabit                |
| 3. | Syam Aditya    |    | Syam                  |
| 4. | Raihan Ammar   |   | Ammar                 |
| 5. | Muhammad Ariq  |  | Ariq                  |

### 2.2 Perancangan Sistem

Sebelum sistem dibuat, langkah pertama yang harus diambil adalah membuat perancangan yang dapat memfasilitasi proses pembangunan sistem dengan lebih mudah. Pada tahap ini, perencanaan dilakukan melalui flowchart seperti pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Flowchart Sistem**

Berdasarkan pada **Gambar 1**, maka diuraikanlah penjelasan pada setiap proses yang terdapat pada flowchart sistem diatas:

1. Wajah menjadi input pada sistem yang diambil secara langsung. Untuk memasukkan data wajah, diperlukan kamera atau *webcam* yang berfungsi merekam gambar wajah secara *real-time* (Sutarti et al., 2022).
2. *Training* wajah, langkah awal dalam mengenali wajah manusia adalah dengan melakukan pendeteksian terhadap wajah tersebut. Proses berikutnya terjadi pada subproses pelatihan (*training*), di mana wajah akan mengalami pencocokan dengan menggunakan data latih yang telah tersimpan dalam *database* wajah.
3. Pencocokan wajah, pada tahap pencocokan wajah, sistem berupaya mengenali wajah manusia dengan menggunakan *database* wajah yang telah ada sebelumnya. Dalam rangka mencapai tujuan ini, diterapkan metode *Haar Cascade Classifier* untuk memproses pencocokan wajah (Manajemen et al., 2022). Metode *Haar Cascade Classifier* digunakan untuk mendeteksi fitur-fitur wajah secara cepat dan efisien. Pada tahap ini, dilakukan serangkaian perhitungan yang melibatkan analisis dan pemrosesan data untuk mengenali dan membandingkan ciri-ciri wajah. Proses pengenalan wajah menjadi lebih kompleks dengan adanya kombinasi metode tersebut, memungkinkan sistem untuk mencocokkan wajah dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi (Yulina, 2021).
4. Wajah dikenali, pengenalan wajah terjadi ketika sistem menilai apakah wajah manusia dapat diidentifikasi atau tidak. Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi pencahayaan, ekspresi wajah, dan kecepatan respons kamera dalam mengenali wajah yang terdeteksi. Jika wajah berhasil diidentifikasi, proses selanjutnya akan dilanjutkan sebaliknya, jika wajah tidak dapat dikenali, sistem akan kembali ke langkah sebelumnya.

### 2.3. Metode *Haar Cascade Classifier*

Metode *Haar Cascade Classifier* melibatkan beberapa proses tahapan, yaitu:

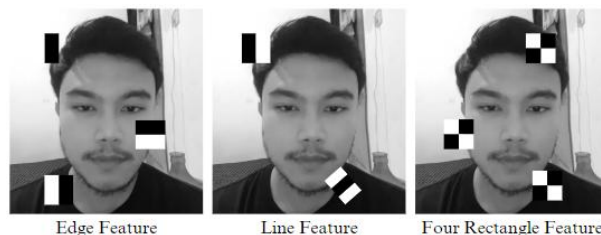
#### 1. *Haar Like Feature*

Langkah awal dalam metode *Haar Cascade Classifier* untuk menemukan fitur wajah pada suatu gambar dengan mengonversi gambar tersebut menjadi *grayscale*.



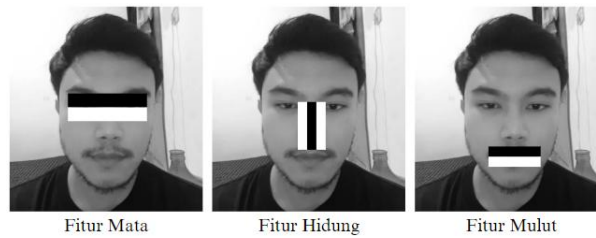
**Gambar 2. Perubahan Citra RGB Menjadi *Grayscale***

Berikutnya adalah memilih fitur Haar pada gambar tersebut dengan cara membagi-bagi gambar menjadi kotak-kotak, dimulai dari ujung kiri atas hingga ujung kanan bawah. Proses ini bertujuan untuk menemukan fitur wajah, seperti mata, hidung, dan mulut.



**Gambar 3. Pemilihan Fitur Wajah**

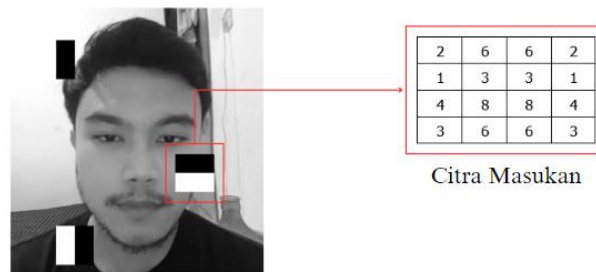
**Gambar 4** menampilkan proses pemilihan fitur seperti mata, hidung, dan mulut pada sebuah gambar.



**Gambar 4. Pemilihan Fitur Mata, Mulut, Hidung**

## 2. Integral Image

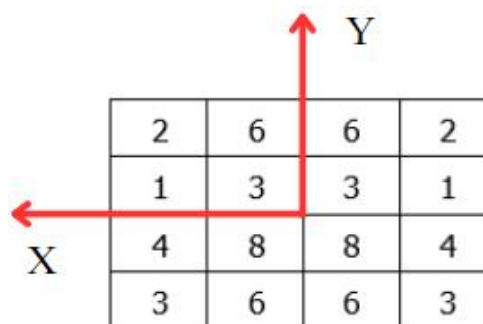
*Integral image* didapatkan dengan menjumlahkan nilai piksel secara kumulatif dari kiri atas hingga setiap piksel pada gambar asli. Artinya, nilai *integral image* pada suatu titik (x, y) mencatat total intensitas piksel dari semua piksel yang berada di atas dan sejajar dengan titik tersebut. Apabila suatu citra masukan melalui fitur *Haar*, nilai setiap piksel akan diidentifikasi, seperti pada **Gambar 5**.



**Gambar 5. Nilai Piksel Pada Sebuah Fitur**

Setelah mendapatkan nilai piksel, dilakukan perhitungan nilai *integral image* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$s(x, y) = i(x, y) + s(x - 1, y) + s(x, y - 1) - s(x - 1, y - 1) \quad (1)$$



**Gambar 6. Arah Perhitungan Integral Image**

Penentuan arah perhitungan integral image didasarkan pada sifat fitur-fitur *Haar-Like* yang biasanya melibatkan perbandingan total intensitas piksel antara bagian yang terang dan bagian yang gelap. **Tabel 2** menunjukkan perhitungan integral image dengan menggunakan citra masukan, yaitu:

**Tabel 2. Perhitungan *Integral Image***

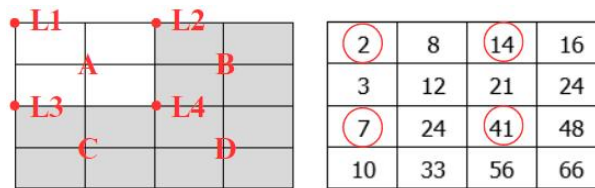
| Nilai Piksel                                                                                                                                                              | Keterangan |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <table border="1"> <tr> <td><math>i(x,y)=2</math></td><td>0</td></tr> <tr> <td>0</td><td>0</td></tr> </table>                                                             | $i(x,y)=2$ | 0          | 0          | 0          | Nilai intensitas piksel (1,1) adalah 2<br>atau $i(x,y) = 2$<br>$i(x,y) = 2$<br>$s(x-1,y) = 0$<br>$s(x,y-1) = 0$<br>$s(x-1,y-1) = 0$<br>$s(x,y) = i(x,y) + s(x-1,y) + s(x,y-1) - s(x-1,y-1)$<br>maka didapatkan nilai untuk piksel (1,1) adalah :<br>$s(x,y) = 2 + 0 + 0 - 0 = 2$ |
| $i(x,y)=2$                                                                                                                                                                | 0          |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 0                                                                                                                                                                         | 0          |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <table border="1"> <tr> <td><math>s(x,y)=2</math></td><td><math>i(x,y)=6</math></td></tr> <tr> <td>0</td><td>0</td></tr> </table>                                         | $s(x,y)=2$ | $i(x,y)=6$ | 0          | 0          | $i(x,y) = 6$<br>$s(x-1,y) = 2$<br>$s(x,y-1) = 0$<br>$s(x-1,y-1) = 0$<br>$s(x,y) = i(x,y) + s(x-1,y) + s(x,y-1) - s(x-1,y-1)$<br>maka didapatkan nilai untuk piksel (1,2) adalah :<br>$s(x,y) = 6 + 2 + 0 - 0 = 8$                                                                |
| $s(x,y)=2$                                                                                                                                                                | $i(x,y)=6$ |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 0                                                                                                                                                                         | 0          |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <table border="1"> <tr> <td><math>s(x,y)=2</math></td><td><math>s(x,y)=8</math></td></tr> <tr> <td><math>i(x,y)=1</math></td><td>0</td></tr> </table>                     | $s(x,y)=2$ | $s(x,y)=8$ | $i(x,y)=1$ | 0          | $i(x,y) = 1$<br>$s(x-1,y) = 0$<br>$s(x,y-1) = 2$<br>$s(x-1,y-1) = 0$<br>$s(x,y) = i(x,y) + s(x-1,y) + s(x,y-1) - s(x-1,y-1)$<br>maka didapatkan nilai untuk piksel (2,1) adalah :<br>$s(x,y) = 1 + 0 + 2 - 0 = 3$                                                                |
| $s(x,y)=2$                                                                                                                                                                | $s(x,y)=8$ |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $i(x,y)=1$                                                                                                                                                                | 0          |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <table border="1"> <tr> <td><math>s(x,y)=2</math></td><td><math>s(x,y)=8</math></td></tr> <tr> <td><math>s(x,y)=3</math></td><td><math>i(x,y)=3</math></td></tr> </table> | $s(x,y)=2$ | $s(x,y)=8$ | $s(x,y)=3$ | $i(x,y)=3$ | $i(x,y) = 3$<br>$s(x-1,y) = 3$<br>$s(x,y-1) = 8$<br>$s(x-1,y-1) = 2$<br>$s(x,y) = i(x,y) + s(x-1,y) + s(x,y-1) - s(x-1,y-1)$<br>maka didapatkan nilai untuk piksel (2,2) adalah :<br>$s(x,y) = 3 + 3 + 8 - 2 = 12$                                                               |
| $s(x,y)=2$                                                                                                                                                                | $s(x,y)=8$ |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $s(x,y)=3$                                                                                                                                                                | $i(x,y)=3$ |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Seluruh perhitungan piksel dapat dilihat pada **Gambar 7** yang menunjukkan hasil lengkap dari proses perhitungan yang telah dilakukan.

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 2  | 8  | 14 | 16 |
| 3  | 12 | 21 | 24 |
| 7  | 24 | 41 | 48 |
| 10 | 33 | 56 | 66 |

**Gambar 7. Hasil Perhitungan *Integral Image***

Setelah mendapatkan hasil perhitungan *integral image*, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk area atau wilayah yang spesifik seperti pada **Gambar 8**.



**Gambar 8. Menghitung Pixel Area Spesifik**

Untuk menentukan jumlah pixel yang terdapat pada area A, sebagaimana yang ditunjukkan pada **Gambar 8**, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$A = L1 + L4 - (L2 + L3) \quad (1)$$

$L1 = 2$ ,  $L2 = 14$ ,  $L3 = 7$ ,  $L4 = 41$ , maka jumlah pixel pada area A, yaitu:  $A = 2 + 41 - (14 + 7) = 22$

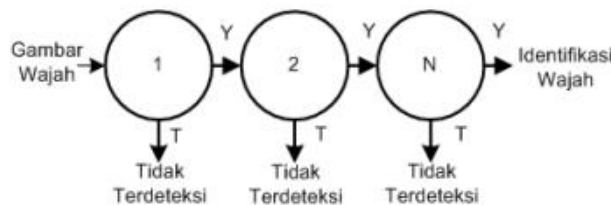
$L1 = 8$ ,  $L2 = 16$ ,  $L3 = 24$ ,  $L4 = 48$ , maka jumlah pixel pada area B, yaitu:  $B = 8 + 48 - (16 + 24) = 16$

$L1 = 3$ ,  $L2 = 21$ ,  $L3 = 10$ ,  $L4 = 56$ , maka jumlah pixel pada area C, yaitu:  $C = 3 + 56 - (21 + 10) = 28$

$L1 = 12$ ,  $L2 = 24$ ,  $L3 = 33$ ,  $L4 = 66$ , maka jumlah pixel pada area D, yaitu:  $D = 12 + 66 - (24 + 33) = 21$

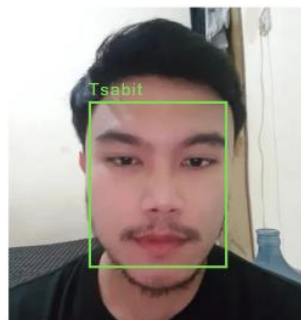
### 3. Haar Cascade Classifier

Pada **Gambar 9** merupakan tahapan dari proses penyaringan yang dilakukan oleh setiap *classifier*.



**Gambar 9. Metode Deteksi Cascade Classifier**

Setelah melalui serangkaian proses seperti pemilihan fitur dan klasifikasi bertingkat yang telah dijelaskan sebelumnya, hasil deteksi akan terbentuk. Identifikasi keberadaan wajah dalam gambar dapat dikenali dengan adanya penanda berupa kotak (*rectangle*) seperti ditunjukkan pada **Gambar 10**.

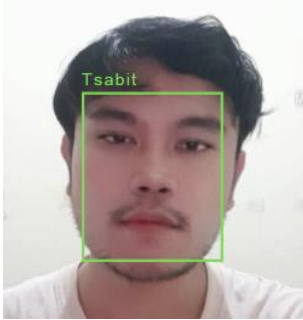
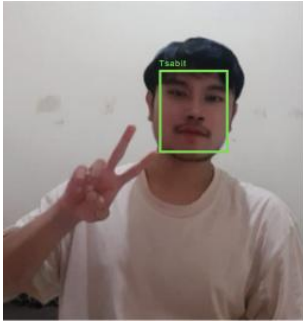
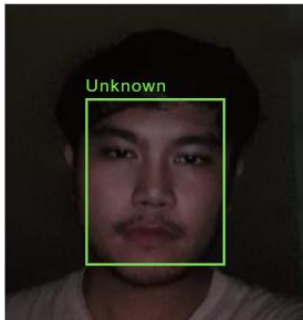


**Gambar 10. Hasil Pengenalan Wajah**

### c. 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dilakukan pada beberapa kondisi yang menjadi hal yang penting untuk diperhatikan dan dapat mempengaruhi proses pengenalan wajah pada aplikasi ini. Hasil pendeteksian wajah seperti ditunjukkan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3. Hasil Pengujian *Face Recognition***

| No | Kode Face Recognition | Data Testing Wajah                                                                  | Status                    |
|----|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1. | Tsabit                |    | Dikenali sebagai 'Tsabit' |
| 2. | Tsabit                |   | Dikenali sebagai 'Tsabit' |
| 3. | Tsabit                |  | Tidak dikenali (unknown)  |
| 4. | Tsabit                |  | Tidak dikenali (unknown)  |

Berdasarkan pada **Tabel 3** terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pendeteksian wajah pada aplikasi *Face Recognition* sebagai berikut.

1. Pengujian pada gambar 1 yaitu, apabila posisi wajah dekat dengan kamera, seluruh fitur wajah terlihat (mata, hidung, mulut) dan pencahayaan disekitar objek baik (terang). Maka hasil *Face Recognition* menunjukkan bahwa statusnya dikenali sebagai 'Tsabit'.
2. Pengujian pada gambar 2 yaitu, apabila posisi wajah jauh dari kameran, seluruh fitur wajah terlihat (mata, hidung, mulut) dan pencahayaan disekitar objek baik (terang). Maka hasil *Face Recognition* menunjukkan bahwa statusnya dikenali sebagai 'Tsabit'.
3. Pengujian pada gambar 3 yaitu, apabila posisi wajah dekat dengan kamera, objek menggunakan masker, sehingga fitur hidung dan mulut tidak terlihat. Kemudian pencahayaan disekitar objek baik (terang). Maka hasil *Face Recognition* menunjukkan bahwa statusnya tidak dikenali 'unknown'.
4. Pengujian pada gambar 3 yaitu, apabila posisi wajah dekat dengan kamera, seluruh fitur wajah terlihat (mata, hidung, mulut). Namun, pencahayaan disekitar objek gelap. Maka hasil *Face Recognition* menunjukkan bahwa statusnya tidak dikenali 'unknown'.

#### d. 4. KESIMPULAN

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan terhadap pembanguna sistem aplikasi *Face Recognition* dengan menggunakan metode *Haar Cascade Classifie*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem aplikasi *Face Recognition* dapat mendeteksi pengenalan wajah seseorang yang tersimpan di dalam *database*, berdasarkan beberapa proses classifier dengan merubah objek gambar RGB menjadi *grayscale*, kemudian proses pemilihan fitur wajah seperti *edge feature*, *line feature*, dan *four rectangle feature*. Lalu proses pendeteksian mata, hidung, dan mulut serta proses perhitungan *integral image* untuk menghitung setiap piksel pada area tertentu pada gambar.
2. Pendeteksian objek wajah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jarak antara objek dengan kamera, fitur wajah tidak boleh tertutup yang artinya seluruh fitur wajah seperti mata, hidung, mulut harus terlihat. Dan tingkat pencahayaan disekitar objek harus baik agar wajah dapat dikenali.

##### 4.2. Saran

Beberapa hal yang disarankan dalam pengembangan sistem aplikasi *Face Recognition* menggunakan metode *Haar Cascade Classifier* adalah sebagai berikut.

1. Sistem aplikasi *Face Recognition* ini dapat dikembangkan lagi dengan menggabungkan algoritma lainnya agar sistem ini bisa lebih optimal dalam melakukan pengenalan dan pencocokkan wajah yang lebih akurat.
2. Penggunaan sistem aplikasi *Face Recognition* ini dapat dilakukan pada proses presensi, dimana pengguna tanpa harus menginputkan data terlebih dahulu agar dapat mengefisiensikan waktu presensi tersebut.

#### e. DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, S. (2018). Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab. *JURNAL TEKNOLOGI ELEKTERIKA*, 15, 21–27.
- Buana, I. K. S. (2021). Penerapan Pengenalan Wajah Untuk Aplikasi Absensi dengan Metode Viola Jones dan Algoritam LBPH. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 5(3), 1008. doi: 10.30865/mib.v5i3.3008

- Dwiparaswati, W., & Hilmawan, S. V. (2022). *IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION SECARA REAL-TIME DENGAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER MENGGUNAKAN OPENCV-PYTHON* (Vol. 16).
- Manajemen, J., Warzuqni, A. A., Putri Sabilla, D., Agustin, Z., & Rosyani, P. (2022). ANALISA SISTEM PRESENSI KELAS MENGGUNAKAN PENGENAL WAJAH DENGAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER. *Jurnal Manajemen, Ekonomi, Hukum, Kewirausahaan, Kesehatan, Pendidikan Dan Informatika (MANEKIN)*, 1(1), 15–19. Retrieved from <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bisik>
- Mantara Sakti, D., Sudoro Murti, W., Kurniasari, A., & Rosid, J. (2022). Face recognition dengan metode Haar Cascade dan Facenet. *Indonesian Journal of Data and Science (IJODAS)*, 3(1), 30–34.
- Prathivi, R., & Kurniawati, Y. (2020). SISTEM PRESENSI KELAS MENGGUNAKAN PENGENALAN WAJAH DENGAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER. *Jurnal SIMETRIS*, 11(1).
- Qorik, G., Pratamasunu, O., Ilmandira, O., Farisi, R., & Jannah, M. (2020). *PENGENALAN WAJAH MAHASISWA UNIVERSITAS NURUL JADID PADA VIDEO MENGGUNAKAN METODE HAAR CASCADE DAN DEEP LEARNING* (Vol. 1, Issue 1). Retrieved from <http://ejournal.unuja.ac.id/index.php/core>
- Santoso, B., & Kristianto, R. P. (2020). *IMPLEMENTASI PENGGUNAAN OPENCV PADA FACE RECOGNITION UNTUK SISTEM PRESENSI PERKULIAHAN MAHASISWA*.
- Sutarti, Siswanto, & Jutika, A. P. (2022). IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION BERBASIS HAAR-CASCADE CLASSIFIER PADA SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN DUAL-CAMERA. *INFOTECH Journal*, 8, 106–115. doi: 10.31949/infotech.v8i2.3610
- Yulina, S. (2021). Penerapan Haar Cascade Classifier dalam Mendeteksi Wajah dan Transformasi Citra Grayscale Menggunakan OpenCV. In *Jurnal Komputer Terapan* (Vol. 7, Issue 1). Retrieved from <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>