

## Face Recognition untuk Smart Door Lock menggunakan Metode Haar-Cascades Classifier dan LBPH

Arvita Agus Kurniasari<sup>1,\*</sup>, Muhammad Farizul Imami Sudirman<sup>2</sup>, Asif Mahardhika Ramadan<sup>3</sup>,  
Firdaus Firmansyah<sup>4</sup>, Nur Hakiki Damayant<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

### Article Info

#### Article history:

Received June 5, 2023  
Accepted July 14, 2023  
Published November 6, 2023

#### Keywords:

Face Recognition  
Door Lock  
Haar Cascades  
LBP  
Security System

### ABSTRACT

A home security system is one of the features that every homeowner must own and contemplate if they want their residence to be secure from theft and other unwanted security disturbances. Therefore, we require a support system that can enhance domestic security. In this research, the constructed system uses faces as security information. This system captures facial images using an ESP-CAM 32 board integrated with an Arduino UNO. As the system's output, this system will employ the Selenoid DoorLock and Relay features. This system detects faces using the Haar-Cascade Classifier and recognizes faces using the Local Binary Pattern Histogram (LBPH). Implementation of the method for obtaining results, namely Smart Door Lock, can autonomously unlock the door with a presentation of greater than 85%. However, if the face detected to open the door is not the same as the registrant's face and has less than 85% of the required data, the door will not open.



### Corresponding Author:

Arvita Agus Kurniasari,  
Department of Information Technology,  
Politeknik Negeri Jember,  
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember Jawa Timur Indonesia.  
Email: \*arvita@polije.ac.id

## 1. PENGANTAR

Fungsi kunci dalam sistem keamanan sangat vital. Kita tidak bisa memprediksi kapan kejahatan akan terjadi. Hal ini terlihat dari banyaknya perampokan yang terjadi di rumah-rumah kosong, terutama di rumah-rumah yang penghuninya sering pergi dalam waktu lama. Sistem keamanan kunci rumah yang ada terus menggunakan kunci mekanis tradisional [1]. Biasanya, hanya pagar atau belunggu rantai yang digunakan oleh pemilik rumah. Berdasarkan kejadian yang sering terjadi, konsep sistem keamanan otomatis yang inovatif diperlukan dengan pendekatan Smart Door Lock menggunakan Pendekatan Pengenalan Wajah untuk mencegah pembobolan rumah diperlukan karena kurangnya keamanan gembok atau kunci [2]. Board ESP Cam- 32 disusun, memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi daripada kunci pintu dan gembok perumahan [3]. Banyak sistem sedang dikembangkan untuk memanfaatkan fungsi deteksi wajah untuk akses keamanan dan sistem kontrol.

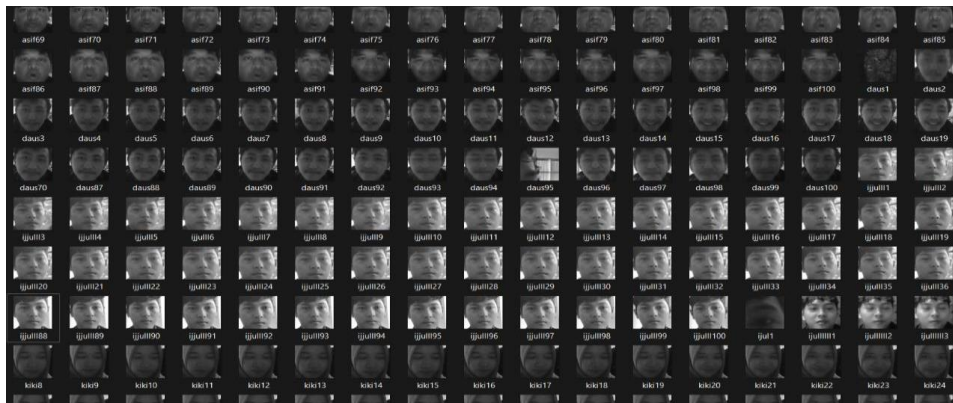
Haar Cascade Classifier adalah fitur berbentuk persegi panjang (bujur sangkar) yang memberikan indikasi tertentu pada suatu citra atau citra [4]. Fitur seperti Haar dimaksudkan untuk membedakan objek berdasarkan nilai pasti dari fitur tersebut dan bukan nilai piksel dari gambar objek. Metode ini memiliki keunggulan perhitungan yang sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam sebuah persegi dan bukan pada setiap nilai piksel dalam sebuah citra [5]. Setelah proses pendeteksian wajah, pengenalan wajah akan dilakukan. Hasil proses deteksi akan diintegrasikan dengan teknik Local Binary Pattern Histogram (LBPH) [6]. Berdasarkan pengenalan tepi gambar, pendekatan ini menghitung jarak antara histogram baru dan saat ini dalam database[7]. Berdasarkan hasil perancangan, dataset yang digunakan oleh satu individu berisi 100 data posisi wajah relatif terhadap kamera yang terhubung ke laptop. Citra wajah

manusia yang ditangkap dapat berbeda-beda tergantung dari kemiringan sudut posisi citra wajah, jarak antara wajah dengan kamera, dan intensitas cahaya yang ditangkap. Namun, masing-masing faktor menerima perlakuan yang sama untuk variasi. Dari hasil implementasi dan pengujian, rancangan alat pembuka pintu dengan pengenalan wajah dapat menentukan siapa yang berwenang membuka pintu, mencegah pencurian dengan cara mencegah orang lain membuka pintu.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Data

Pada penelitian ini menggunakan dataset citra wajah dengan jumlah yang sama yaitu satu orang terdapat 100 citra training pengenalan wajah. Setelah itu, proses penyimpanannya ke dalam database yang dimana database pada sistem ini berbentuk folder dengan kumpulan hasil dari citra wajah tersebut. Data citra wajah disimpan dengan format Data\_nama\_count.jpg, dimana n adalah nomor citra wajah yang terdeteksi. Berikut gambar dari dataset yang terkumpul



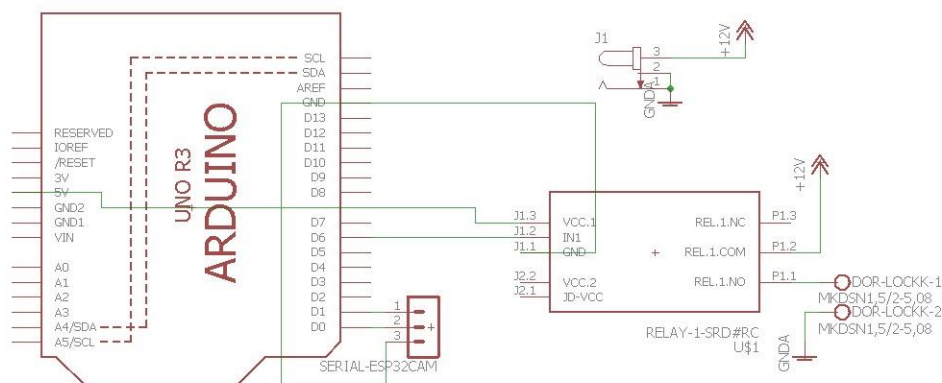
Gambar 1. Dataset

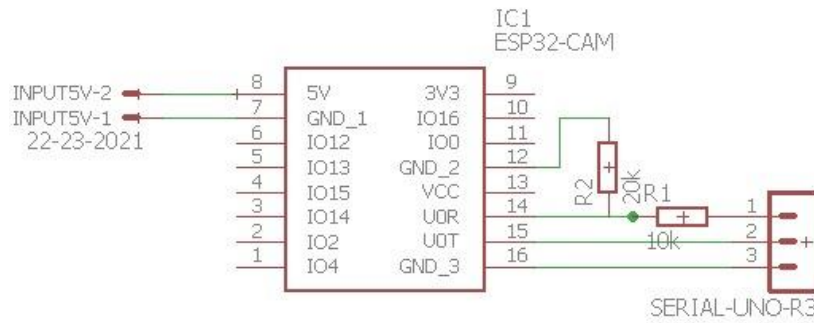
### 2.2. Rancangan Sistem

Suatu prosedur penelitian dibutuhkan agar pekerjaan dapat dilaksanakan secara berurutan dan berkelanjutan tanpa harus mengganggu jenis pekerjaan lainnya. Sistem yang akan dibuat mengacu diagram alir pada Gambar 3 (a) dimana sistem setelah dijalankan akan melakukan pengenalan wajah dan memasukkan data yang sudah terdaftar ke dataset. Tahapan yang dilakukan yaitu melakukan pebelalan terhadap wajah yang didaftarkan kemudian dilakukan grayscale kemudian dideteksi. Apabila wajah terdeteksi maka akan dilakukan *resize* kemudian diulang kembali langkah-langkah tersebut hingga 100 data untuk satu kali pendaftaran wajah. Tahap pengenalan wajah agar *doorlock* dapat terbuka dengan wajah yang telah terdaftar dapat dilihat pada Gambar 3 (b). Dimana tahapan dimulai dari *preprocessing* dengan mentraining wajah untuk pendeteksian wajah. Jika Berhasil mendeteksi wajah maka akan dihitung nilai *confidence* apabila lebih dari sama dengan 83% maka dikatakan “*Unlocked*” dan secara otomatis solenoid akan terbuka.

### 2.3. Rancangan Alat

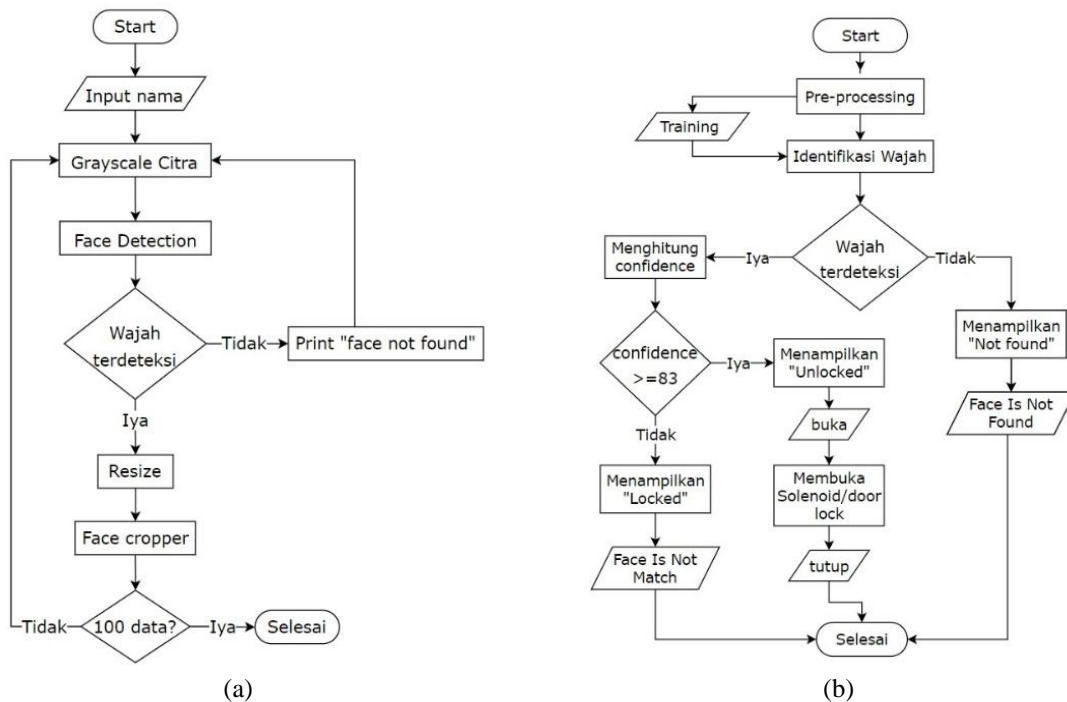
Perancangan komponen alat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2. Terdapat dua board yaitu ESP32-CAM dan Arduino Uno, untuk Aktuatornya terdapat Solenoid DoorLock dan Relay.





Gambar 2. Skematik Peralatan  
Tabel 1. Penjelasan Komponen Alat

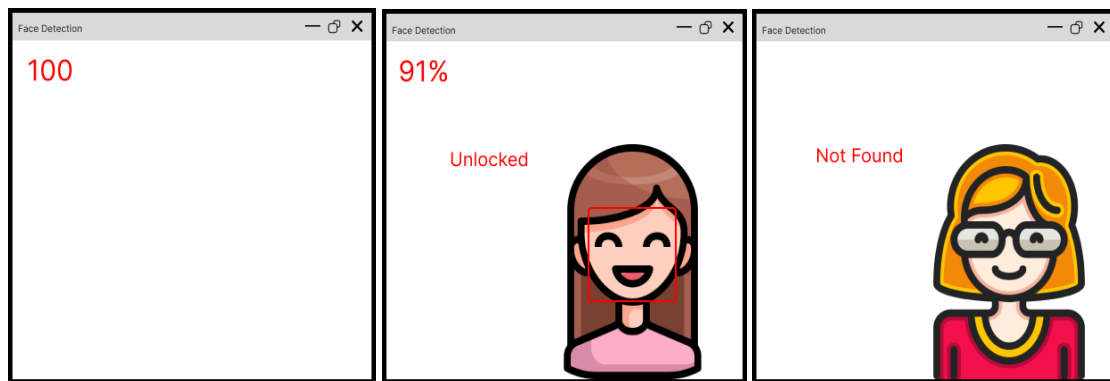
No.	Komponen	Keterangan
1	Micro USB	digunakan untuk menghubungkan ESP 32 CAM dengan Laptop.
2	Kabel Arduino	digunakan untuk menghubungkan Arduino Uno dengan Laptop.
3	Arduino UNO	digunakan untuk memproses source code perintah kepada Relay.
4	ESP 32 CAM	digunakan untuk menyimpan perintah dari source code dan sebagai perantara kamera untuk mengambil gambar.
5	Solenoid DoorLock	digunakan sebagai alat mengunci dan membuka pintu.
6	Relay	digunakan sebagai pemberi perintah kepada Solenoid Doorlock.
7	Power Supply/Baterai/Charger	digunakan sebagai pemberi daya kepada solenoid.
8	Jumper	digunakan sebagai penghubung antar komponen/alat.
9	Laptop	digunakan untuk menjalankan perintah utama face recognition dan training



Gambar 3. Flowchart pendaftaran wajah (a), doorlock (b)

#### 2.4. Mokus

Wajah pendaftar yang sudah terdeteksi akan terekam sebanyak 100 gambar. Wajah yang sudah terdaftar bisa melakukan deteksi wajah selanjutnya untuk membuka pintu. Jika wajah pendaftar sama dengan wajah yang terdeteksi dan memiliki data di atas 85 % untuk membuka pintu, maka pintu akan terbuka dengan tampilan sebagai berikut. Namun, jika wajah yang terdeteksi untuk membuka pintu berbeda dengan wajah pendaftar dan memiliki jumlah data di bawah 35%, maka pintu tidak akan terbuka seperti pada Gambar 4.

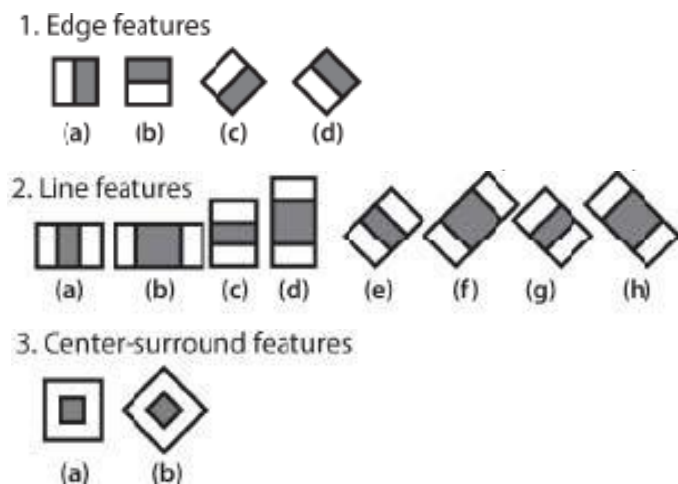


Gambar 4. Mockup Sistem

## 2.5. Pengolahan Citra

### 2.5.1. Haar-cascade Classifier

Pada penelitian ini, pendekatan Haar-cascade Classifier digunakan untuk mengenali wajah. Fitur Haar harus dilatih terlebih dahulu untuk mendapatkan pohon keputusan dengan menggunakan name cascade classifier sebagai penentu ada atau tidaknya suatu item pada setiap frame yang diproses [8]. Fungsi ini beroperasi dengan membagi piksel rata-rata di bagian gelap dengan piksel rata-rata di area terang [9].



Gambar 5. Metode Haar-Cascade

Selanjutnya proses perhitungan integral image adalah penjumlahan nilai pixel dari kiri atas ke kanan bawah, yang berguna sebagai perhitungan piksel yang mudah, perhitungan didasarkan pada semua piksel yang terdapat dalam batas jendela fitur haar, dan teknik mirroring digunakan untuk distribusi fungsi kumulatif. Gambar 5 menunjukkan bahwa fitur A dan B terdiri dari dua persegi panjang. Nilai karakteristik ini dihitung dengan cara mengurangkan nilai piksel pada daerah hitam dengan nilai pixel pada daerah putih. Jika nilai selisih lebih besar dari nilai threshold maka fitur dianggap ada. Integral image juga berguna untuk menentukan ada atau tidaknya ratusan karakteristik Haar pada gambar pada skala yang berbeda [10].



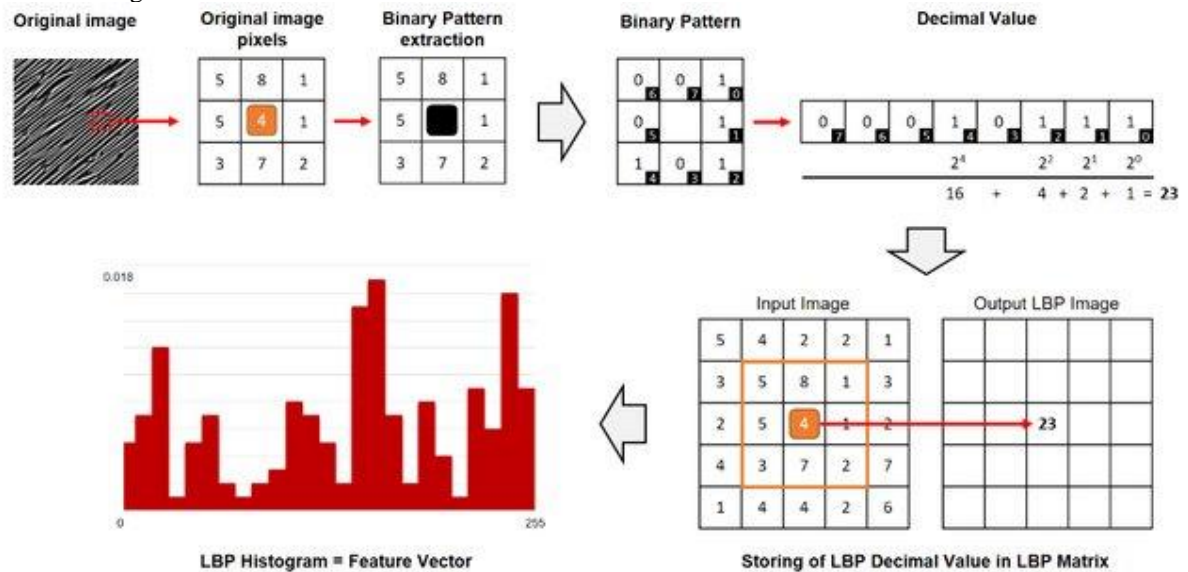
Gambar 5. Contoh Penerapan Metode Haar-Cascade

### 2.5.2. Haar-cascade Classifier

Setelah proses pendeteksian, pengenalan wajah akan dilakukan. Hasil proses deteksi akan diintegrasikan dengan teknik Histogram Pola Biner Lokal proses Image Matching. Berdasarkan pengenalan tepi gambar, pendekatan ini menghitung jarak antara histogram baru dan saat ini dalam database [11]. Pendekatan LBPH dijelaskan lebih lanjut pada Gambar 6. Ambil gambar 3x3 dan ubah menjadi biner; jika nilai piksel yang mengelilingi pixel tengah kurang dari 5, sama dengan 0, dan jika sama atau melebihi pixel tengah (5), sama dengan 1. Setelah menentukan nilai biner, urutkan searah jarum jam dan ubah menjadi desimal untuk menggantikannya nilai tengah [12]. Persamaan digunakan untuk mengaproksimasi nilai histogram, yang selanjutnya akan digunakan sebagai nilai prediktif untuk mengidentifikasi pemilik wajah. Berikut adalah persamaan untuk mengestimasi nilai histogram.

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\text{hist } 1_i - \text{hist } 2_i)^2} \quad (1)$$

Nilai D dipergunakan sebagai pembanding antara wajah yang terdapat di database dan wajah yang dideteksi dengan kamera.



Gambar 6. Contoh Penerapan Metode Haar-Cascade

## 2.6. Daftar Wajah

Pada source code daftar wajah berfungsi untuk mendaftarkan wajah dan menyimpan data wajah kedalam database berupa file jpg kedalam folder. face classifier berfungsi sebagai metode haar-cascadenya, pada bagian def face\_extractor citra yang diambil akan dijadikan greyscale terlebih dahulu kemudian dicrop sesuai dengan wajah yang terdeteksi. pada bagian while wajah akan mulai dicapture dimulai dari count 0 kemudian wajah yang sudah di capture akan di simpan sesuai dengan count kedalam folder yang sudah ditentukan, ketika capture sudah mencapai 100 count maka akan otomatis berhenti.

### Program Pendaftaran Wajah

```
def face_extractor(img):
    gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = face_classifier.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
    if faces is ():
        return None
    for (x, y, w, h) in faces:
        cropped_face = img[y:y+h, x:x+w]
    return cropped_face
count = 0
while True:
    ret, frame = cap.read()
    if face_extractor(frame) is not None:
        count += 1
        face = cv2.resize(face_extractor(frame), (200, 200))
        face = cv2.cvtColor(face, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

        file_name_path = '/FaceSel/Dataset/' + str(nama) + str(count) + '.jpg'
        cv2.imwrite(file_name_path, face)

        cv2.putText(face, str(count), (50, 50), cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
        cv2.imshow("face cropper", face)
    else:
        print('face not found')
```

```
    pass
    if cv2.waitKey(1)==13 or count==100:
        break
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
print("collecting samples complete")
```

---

## 2.7. Door Lock

Pada source code door lock ini berfungsi untuk mendeteksi wajah yang sudah terdaftar serta membuka kunci secara otomatis apabila wajah cocok dengan data wajah yang sudah didaftarkan. pada bagian while akan mengambil data dari dataset kemudian akan disamakan dengan stream baru, ketika kesamaan data yang memakai metode LBPH mencapai 85% maka relay akan berubah menjadi 1 dan door lock akan terbuka, dan jika kesamaan data kurang dari 85% maka relay akan tetap 0 dan door lock akan tetap tertutup dan otomatis akan menutup window.

---

### Program DoorLock

---

```
def face_detector(img, size= 2):
    gray = cv2.cvtColor(img,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = face_classifier.detectMultiScale(gray,1.3,5)
    if faces is():
        return img,[]
    for(x,y,w,h) in faces:
        cv2.rectangle(img, (x,y), (x+w,y+h), (0,255,255),2)
        roi = img[y:y+h, x:x+w]
        roi = cv2.resize(roi, (200,200))
    return img,roi
cap = cv2.VideoCapture(0) #URL + ":81/stream")
while True:
    ret, frame = cap.read()
    image, face = face_detector(frame)
    try:
        face = cv2.cvtColor(face,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        result= model.predict(face)
        if result[1]<500:

            confidence = int((1-(result[1])/300)*100)
            display_string = str(confidence)+"%"
            cv2.putText(image, display_string, (25,50),cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX,1, (0,0,0))
        if confidence>=85:
            cv2.putText(image,"unlocked", (100,200),cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX,1, (0,255,255))
            cv2.imshow('face', image)
            x+=1
        else:
            cv2.putText(image,"locked", (100,200),cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX,1, (0,255,255))
            cv2.imshow('face', image)
            c+=1
    except:
        cv2.putText(image,"Not found", (100,200),cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX,1, (0,255,255))
        cv2.imshow('face', image)
        d+=1
    pass
    if cv2.waitKey(1)==13 or x==10 or c==30 or d==20:
        break
cap.release()
if x>=5:
    m=1
    ard = serial.Serial('COM3' ,9600)
    time.sleep(5)
    var = 'a'
    c=var.encode()
    speak("Face recognition complete..it is matching with database...welcome..sir..Door is opening
for 5 seconds")
    print("buka")
    ard.write(c)
    time.sleep(4)
elif c==30:
    speak("face is not matching..please try again")
    print("wajah tidak cocok")
elif d==20:
    speak("face is not found please try again ")
    print("wajah tidak terdaftar")
if m==1:
    speak("door is closing")
    print("tutup")
```

---

### 3. HASIL DAN ANALISIS

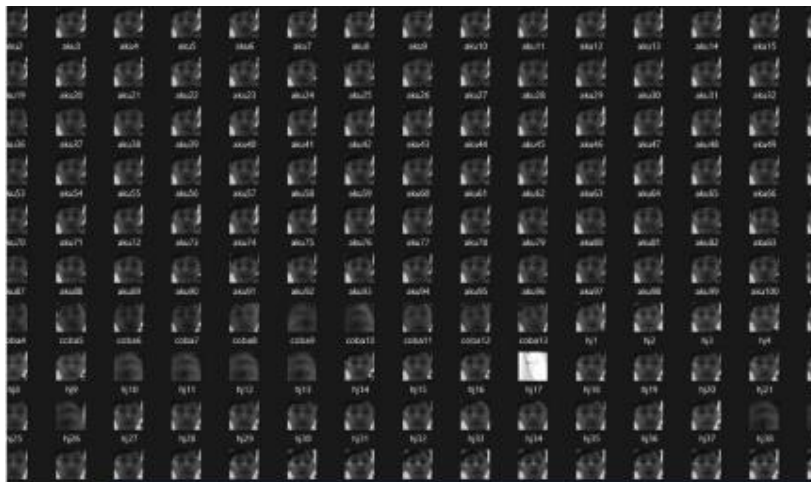
#### 3.1. Training Dataset

Pada Laptop terhubung oleh 2 device dengan rangkaian terpisah, laptop sebagai pemisah antara ESP32 cam dan Arduino Uno. Pertama Micro USB sebagai konektor antara laptop ke ESP32-CAM dan kedua Kabel Arduino yang menghubungkan laptop ke Arduino Uno. Ketika program di run makan akan muncul perintah untuk mengetikkan nama wajah yang akan didaftarkan.

```
if faces is ():
Masukkan nama: coba
```

Gambar 7. Output Memasukkan Nama

Setelah itu, wajah yang terdeteksi akan tersimpan secara berturut sampai 100 data ke dalam folder data sepeti pada Gambar8 .



Gambar 8. Output

#### 3.4. Hasil Pengujian

Ketika program untuk membuka door lock di run, muncul tampilan wajah seperti pada Gambar 9 (a). Jika wajah tidak terdeteksi oleh kamera, makan akan memunculkan tulisan “Not Found”. Namun, jika presentase wajah lebih dari 85%, maka secara otomatis wajah akan terdeteksi dan door lock akan terbuka seperti pada Gambar 9 (b). Dan juga jika presentase wajah tidak lebih dari 85%, maka door lock locked atau tidak akan terbuka secara otomatis seperti pada Gambar 9 (c).



Gambar 9. Output Not Found (a), Unlocked (b), Locked (c)

Pada Gambar 9 (a) dapat dilihat pendeteksian wajah tidak dapat dilakukan dikarenakan intensitas cahaya yang kurang sehingga memunculkan tulisan “Not found”, berbeda dengan Gambar 9 (b) dimana gambar wajah dapat terdeteksi dikarenakan intensitas cahaya yang didapatkan ebih baik sehingga dapat memunculkan akurasi sebesar 91% sehingga proses “unlocked” pada relay dapat dilakukan.

Tabel 2. Hasil respons terhadap cahaya

No	User	Akurasi (%)	
		20 Lux	40 Lux
1	Izul	83	91
2	Asif	75	87
3	Firdaus	77	90
4	Hakiki	84	93
	<b>Rata-rata</b>	<b>79.75</b>	<b>90.25</b>

Bedasarkan Tabel 2, tingkat kecerahan dibagi menjadi dua pengujian dengan menggunakan satuan intensitas cahaya (lux). Dimana satuan dengan nilai 40 lux mendapatkan rata-rata sebesar 90.25 lebih besar dibandingkan dengan nilai 20 lux yaitu 79.75. Dapat disimpulkan bahwa nilai dengan intensitas cahaya yang lebih besar maka akan mendapatkan akurasi yang lebih besar, berbeda dengan nilai intensitas cahaya yang kurang maka akan mendapatkan akurasi yang lebih kecil. Sehingga penggunaan metode Haar Cascade Classifier digabungkan dengan metode Local Binary Pattern Histogram (LPBH) dapat menghasilkan pendeteksian dan mengenali wajah dengan baik apabila mendapatkan intensitas cahaya yang baik untuk mendeteksi wajah.

#### 4. KESIMPULAN

Metode Haar Cascade Classifier digabungkan dengan metode Local Binary Pattern Histogram (LPBH) dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah manusia bagian tubuh seperti wajah, mata, hidung, maupun mulut, meskipun di sekitar dari manusia terdapat beberapa objek lain. Pengimplementasian metode mendapatkan hasil yaitu Smart Door Lock dapat membuka pintu secara otomatis dengan presentasi lebih dari 85%. Namun jika wajah yang terdeteksi untuk membuka pintu berbeda dengan wajah pendaftar dan memiliki jumlah data di bawah 85%, maka pintu tidak akan terbuka. Pengujian terhadap respons cahaya yang telah dilakukan mendapatkan rata-rata akurasi sebesar 90.25 dengan nilai satuan 40 lux. Sehingga dapat dikatakan sistem dapat bekerja dengan baik apabila mendapatkan intensitas cahaya yang baik untuk mendeteksi wajah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. S. A. Wijayanto, F. Utaminingrum, and I. Arwani, "Face Recognition Untuk Sistem Pengaman Rumah Menggunakan Metode HOG dan KNN Berbasis Embedded," *Univ. Brawijaya, J. Pengemb. TI dan Ilmu Komputer, e-ISSN 2548-964X*, vol. 3, no. 3, pp. 2774–2781, 2019.
- [2] M. Handika Indriawan, F. Shabrina, and A. Mardhiyya, "Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Face Recognition," *J. Penerapan Ilmu-ilmu Komput.*, vol. Volume 8 N, no. 2, pp. 34–42, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/08/article/view/1150>
- [3] A. Putra, M. Susilo, D. Darlis, and D. A. Nurmantris, "Pengenalan Wajah Berbasis Esp32-Cam Untuk Sistem Kunci Sepeda Motor Esp32-Cam-Based Face Recognition for Motorcycle," *J. Elektro Telekomun. Terap.*, vol. 8, no. 2, pp. 1091–1103, 2021.
- [4] Syarif, "Deteksi Kedipan Mata Dengan Haar Cascade Classifier Dan Contour Untuk Password Login," *Techno.com*, vol. 14, no. 4, pp. 242–249, 2017.
- [5] S. Abidin, "Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab," *J. Teknol. Elekerika*, vol. 2, no. 1, p. 21, 2018, doi: 10.31963/elekerika.v2i1.2102.
- [6] R. R. Isnanto, A. F. Rochim, D. Eridani, and G. D. Cahyono, "Multi-Object Face Recognition Using Local Binary Pattern Histogram and Haar Cascade Classifier on Low-Resolution Images," *Int. J. Eng. Technol. Innov.*, vol. 11, no. 1, pp. 45–58, 2021, doi: 10.46604/IJETI.2021.6174.
- [7] R. Kosasih and C. Daomara, "Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Metode Local Binary Patterns Histograms (LBPH)," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 4, p. 1258, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i4.3171.
- [8] M. I. Nursaid, A. Taqwa, and Sholihin, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Purwarupa Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Triangle Face," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 13, no. 1, pp. 44–48, 2020.
- [9] S. Anwar *et al.*, "Automatic Security System Architecture for Smart Greenhouse Using Face Recognition Approach," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 980, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/980/1/012058.
- [10] S. Dwiparawati, Windy; Varid Hilmawan, "Implementation of Real-Time Face Recognition with the Haar Cascade Classifier Method Using OpenCV-Python Implementasi Face Recognition Secara Real-Time Dengan Metode Haar Cascade Classifier Menggunakan Opencv-Python," *Ug J.*, vol. 16, no. 2, pp. 51–59, 2022.
- [11] S. Al-Aidid and D. Pamungkas, "Sistem Pengenalan Wajah dengan Algoritma Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 1, pp. 62–67, 2018, doi: 10.17529/jre.v14i1.9799.
- [12] T. Lusni Pratama, M. Ayu Dusea Widya Dara, and J. Sahertian, "Perbandingan Pengenalan Wajah Dengan Metode Local Binary Pattern Histogram Dan Eigenface Untuk Presensi," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 255–260, 2021.