

Perancangan Deteksi Wajah Dan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Viola Jones Dan Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Raspberry Pi

Darwin Manurung¹⁾, Feri Candra²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, ²⁾Dosen Teknik Informatika.

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widia Jl. HR Seobrantas KM 12,5 Simpang Baru Panam,

Pekanbaru, 28293

Email : darwin.manurung2384@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Development of modern technology today has made industry carry out various innovations. One of them is digital image processing, such as biometrics for Face Recognition. Face recognition application can be implemented in various fields, for example Security Systems for doors access from a room. The research is conducted at Integrated Service Unit (UPT) of Universitas Riau which is the center for processing and maintaining from its system, data and networks. This study aims to implement face detection and face recognition systems in real-time by using Raspberry Pi. The research does not build the whole security system, just part. Testing is done by using simulation software. This study uses Viola Jones Method to detect face area. Back propagation of Artificial Neural Networks is used to perform face data training and predict facial pattern data. Research testings are carried out based on several factors such as light intensity, distance, and camera position. Results of this study showed that system succeeded to detect and recognize different faces in 0.5m, 0° of camera slop, 101-167 lx of light intensity with average of the highest accuracy is 86.6%.

Keyword : Face Detection, Face Recognition, Artificial Neural Network.

I. PENDAHULUAN

Di era revolusi industri 4.0, perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat membuat masyarakat terus berinovasi dan mengembangkan penelitiannya. Pengolahan citra digital adalah salah satu mata pelajaran teknologi informasi yang paling menarik dan menantang saat ini. Pengolahan citra digital bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Deteksi wajah dan pengenalan wajah adalah topik penelitian yang paling matang dan penting, karena meningkatnya masalah keamanan, pengawasan interaksi manusia dan komputer, pengenalan biometrik, dan banyak aplikasi lainnya [1].

Pengenalan wajah merupakan salah satu dari berbagai informasi biometrik, pengenalan antara wajah dan lainnya terletak pada hubungan spasial antar fitur, fitur ini sangat internal daripada karakteristik fitur [2].

Dalam penelitian ini penulis melakukan studi kasus pada Unit Satuan Tugas (UPT) TIK Universitas Riau UPT TIK Universitas Riau yang merupakan lokasi data pusat Universitas Riau. Di dalam gedung UPT TIK terdapat ruang server yang merupakan tempat penyimpanan data baik itu data dosen, mahasiswa, karyawan, sistem informasi, dan pusat jaringan internet di Universitas Riau, serta terdapat barang elektronik dengan bernilai tinggi. Total nilai kamar ini mencapai 2-3 milyar rupiah. Untuk itu dibutuhkan sistem keamanan yang kuat dan baik untuk mengamankan data dan barang yang ada di dalam ruangan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan penelitian dan perancangan Sistem Deteksi Wajah dan Pengenalan Wajah dengan Metode Viola-Jones dan Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Raspberry Pi untuk merancang sistem pintu otomatis ruang server berbasis teknologi pengolahan wajah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian sebelumnya

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas tentang deteksi wajah dan pengenalan wajah seperti yang dilakukan oleh Jones et al. [3] Studi ini mendeskripsikan proses pendeteksian wajah pada gambar yang dapat dilakukan dengan sangat cepat dengan akurasi tinggi. Penelitian ini menghasilkan 3 komponen utama yaitu Integral Image yang disebut juga representasi citra baru, pengklasifikasi sederhana dan efisien menggunakan algoritma pembelajaran AdaBoost, dan terakhir metode untuk menggabungkan klasifikasi cascade dengan menghilangkan background wajah secara cepat dan menentukan komputasi dari area yang ditentukan sebagai wajah. Sistem deteksi wajah ini diimplementasikan pada desktop konvensional dengan hasil deteksi wajah 15 frame per detik.

Andrian [4] membahas sistem pengenalan wajah menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation dan Principal Component Analysis (PCA), sistem ini melakukan ekstraksi ciri menggunakan metode PCA dan klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan serta menggunakan 10 objek wajah dalam penelitian. Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa metode PCA dan jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk pengenalan wajah

Aris Suharso [5] merancang sistem pengenalan wajah menggunakan Viola-Jones dan Eigenface dengan variasi posisi wajah berbasis webcam. Penelitian ini menggunakan Matlab 2012a, dalam penelitian ini membahas dan menguji deteksi wajah berdasarkan beberapa variabel seperti posisi wajah, jarak, dan derajat kemiringan wajah dalam proses pengambilan citra sebagai input. Penelitian ini menghasilkan sistem dengan akurasi deteksi tertinggi sebesar 90.09%.

Perdana dkk. [6] merancang pintu pintar untuk deteksi wajah nyata berdasarkan pengolahan citra digital menggunakan deteksi gerakan fisiologis. Penelitian ini menggunakan metode Viola-Jones untuk mendeteksi wajah dan histogram dari gradien untuk mengekstrak fitur wajah dan mendukung pembelajaran mesin untuk membuat prediksi. Hasil penelitian ini menghasilkan sistem mampu mengenali wajah asli dengan tingkat akurasi sebesar 90,7%.

2.2 Viola Jones

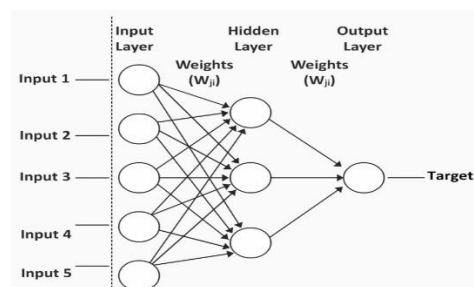
Metode Viola-Jones merupakan metode yang memiliki algoritma yang efisien dalam mendeteksi suatu objek, algoritma ini termasuk dalam salah satu pustaka yang ada pada pustaka OpenCV [7]. Sehingga tidak membutuhkan komputasi yang rumit dan lama untuk proses pendeteksian sebuah wajah. Proses dan prosedur deteksi wajah pada metode Viola-Jones adalah dengan mengklasifikasikan citra berdasarkan nilai fitur sederhana [10].

Metode Viola-Jones memiliki empat fitur utama, yaitu haar-like feature, integral image, AdaBoost, dan cascade of classifier [8]. Deteksi menggunakan algoritma Viola-Jones dapat mendeteksi benda padat [9].

2.3 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan merupakan suatu metode yang dapat menemukan hubungan non-linier antara beban dan faktor lain untuk dapat menyesuaikan dengan perubahan yang ada [11].

Terdapat 2 tahapan utama dalam metode jaringan syaraf tiruan backpropagation, yaitu tahap propagasi yang berisi propagasi maju dan propagasi mundur, dan tahap pembaruan bobot. Gambar arsitektur jaringan syaraf tiruan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Backpropagation

Prosedur dan tahapan algoritma jaringan syaraf tiruan backpropagation:

- Tahap 1 : Inisialisasi bobot dengan nilai acak kecil.
- Tahap 2 : Selama kondisi berhenti salah, lakukan langkah 3 sampai 8.

1. Propagasi Umpan Maju

- Tahap 3 : Setiap unit input (x_i , $i = 1, \dots, n$) menerima sinyal input x_i kemudian meluas ke unit tersembunyi.
- Tahap 4 : Setiap unit tersembunyi (z_j , $j = 1, \dots, P$) akan menambahkan bobot sinyal input.

$$Z_{injk} = V0j + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

dengan menerapkan fungsi aktivasi aritmatika : $Z_j = f(Z_{inj})$.
misalnya fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid:
 $y = f(x) = 1/(1 + e^{-x})$
dan mengirimkan kondisi ini ke semua unit di unit keluaran.

Tahap 5 : Setiap unit keluaran (y_k , $k = 1, \dots, m$) menambahkan sinyal masukan berbobot.

$$Y_{Ink} = W_{oj} + \sum_{k=1}^p Z_j \cdot V_{jk} \dots \dots \dots (2)$$

dengan menerapkan rumus fungsi aktivasi aritmatika:
 $Y_j = f(Y_{ink})$.

2. Propagasi Mundur

Tahap 6 : Setiap unit keluaran (y_k , $k = 1, \dots, m$) menerima pola pelatihan masukannya.
Hitung informasi kesalahan (error):
 $\delta_k = (t_k - y_k) f'(Y_{ink}) \dots \dots \dots (3)$

Hitung koreksi bobot dan bias:
 $\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k x_j \dots \dots \dots (4)$
 $\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \dots \dots \dots$

(5)

Tahap 7: Setiap unit tersembunyi (z_j , $z = 1, \dots, P$) menambahkan delta masukannya (dari unit yang ada di lapisan atas).
 $\delta_{inj} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \dots \dots \dots (6)$

Hitung informasi kesalahan (error):
 $\delta_j = \delta_{inj} f'(Z_{dalam j}) \dots \dots \dots (7)$

Hitung koreksi bobot dan bias:
 $\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j x_i \dots \dots \dots (8)$
 $\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j x_i \dots \dots \dots (9)$

3. Bobot dan bias yang benar

Tahap 8 : Setiap unit output (y_k , $k = 1, \dots, m$) memperbarui bobot dan bias ($j = 0, 1, \dots, p$)
 $w_{jk} \text{ (baru)} = w_{jk} \text{ (lama)} + \Delta w_{jk} \dots \dots \dots (10)$

Setiap unit tersembunyi (z_j , $z = 1, \dots, P$) memperbarui bobot dan biasnya ($i = 0, 1, \dots, n$)

$$V_{ij} \text{ (baru)} = V_{ij} \text{ (lama)} + \Delta V_{ij}$$

Tahap 9 : Untuk menguji kondisi berhenti jika ditemukan kesalahan. Jika kondisi henti terpenuhi, maka pelatihan jaringan dapat dihentikan. Untuk memeriksa status berhenti, ini menggunakan kriteria MSE (Mean Square Error).

$$MSE: 0,5 * \{ \dots \dots \dots (11)$$

$$f(T_{K1} - Y_{K1})^2 + \dots + f(T_{Km} - Y_{Km})^2$$

2.4. Raspberry Pi

Raspberry Pi, merupakan sebuah papan komputer tunggal yang berukuran kecil dan dapat digunakan untuk menjalankan beberapa program / aplikasi seperti program perkantoran, permainan komputer, pemutar video resolusi tinggi [9]. Raspberry Pi dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation nirlaba yang dikelola oleh beberapa pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris. Gambar 2 merupakan papan board raspberry pi 3 Model B.



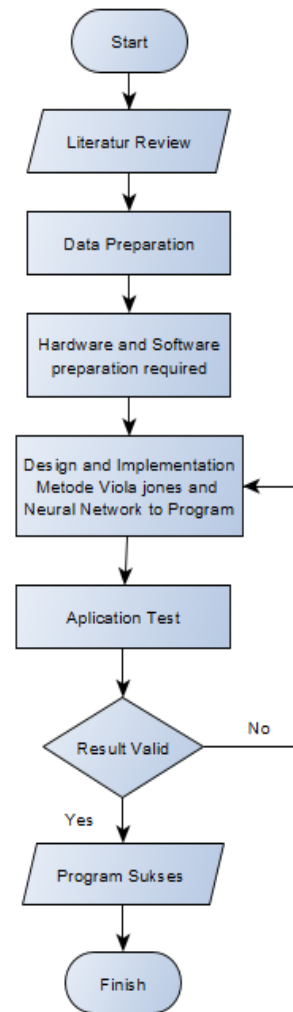
Gambar 2. Papan Tunggal Raspberry Pi

Komponen yang terdapat pada perangkat Raspberry Pi 3 model B:

- Video analog (port RCA), terhubung ke monitor televisi.
- 4 port untuk USB 2.0.
- Port keluaran audio, untuk keluaran suara.
- Port HDMI, untuk dihubungkan ke monitor LCD.
- Pin GPIO, untuk menghubungkan dengan LED, sensor, alarm, dll.
- Port DSI (Tampilan Serial Antarmuka)
- Port CSI (Camera Serial Interface)
- Output Ethernet, untuk dihubungkan dengan kabel UTP.
- Slot kartu SD, untuk penyimpanan data.

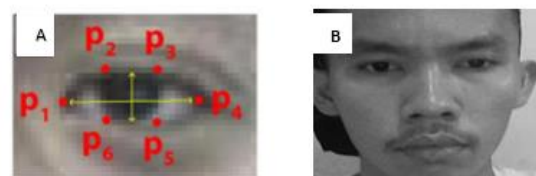
III. METODOLOGI

Metode perancangan sistem, sistem menggunakan bahasa pemrograman Python. Diagram alir desain program yang merupakan alur kerja umum dijelaskan pada Gambar 3. Literatur review bertujuan untuk mencari dan mengkaji teori dan kajian yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan topik penelitian, kemudian setelah melengkapi kajian literatur dilanjutkan untuk menyiapkan data objek untuk kebutuhan. sistem, setelah itu di lanjutkan untuk menyiapkan hardware dan software, disini hardware utama yang digunakan adalah laptop Asus type X441U, Raspberry Pi 3 model b, Monitor LCD Acer, keyboard eksternal dan software utama yang digunakan pada laptop adalah sistem operasi windows 10 , python versi 3.7.2, teks editor ATOM, OpenCV versi 3.2, dan Anaconda sedangkan untuk Raspberry menggunakan sistem operasi Raspbian. Setelah itu, melanjutkan penerapan metode yang digunakan dalam bahasa pemrograman python, pada tahap ini juga akan dilakukan proses pengumpulan data wajah dan data latih, kemudian setelah sistem selesai akan dilakukan pengujian berdasarkan beberapa faktor, jika terjadi kesalahan maka tujuan tidak tercapai dan proses akan diulang kembali ke implementasi metode dan program, jika sistem berhasil maka sistem dapat mendeteksi dan mengenali wajah manusia, sehingga tujuan telah tercapai dan program selesai. Gambar 3 merupakan diagram alir metodologi penelitian sistem deteksi wajah dan pengenalan wajah.



Gambar 3. Flowchart Metodologi Penelitian

Untuk mengatasi fake image penulis menggunakan metode eyes blinking untuk mendeteksi gerakan pada mata. Gambar 4 merupakan titik koordinat, bagian wajah dan rumus eyes blinking menentukan ratio mata.



$$\text{Ratio Mata} = \frac{|p2-p6| + |p3-p5|}{2|p1-p4|} \quad (1)$$

Gambar 4. Rumus koordinat mata (A), tangkapan wajah (B), dan rasio mata

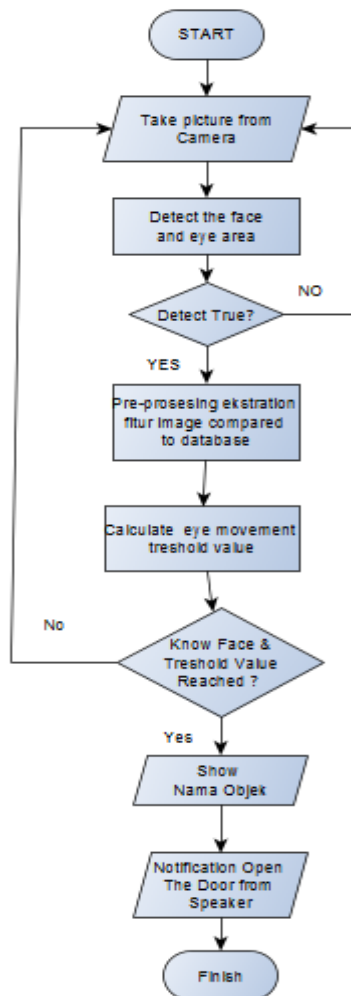
Hasil akhir dari sistem ini adalah sistem dapat mendeteksi wajah manusia dan membedakannya dari gambar palsu, serta dapat mengenali wajah tersebut. Sistem ini akan diimplementasikan di komputer mini Raspberry Pi 3 Model B.

IV. HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari program ini diharapkan dapat menghasilkan sebuah sistem yang dapat mendeteksi wajah dan mengenali wajah dengan baik.

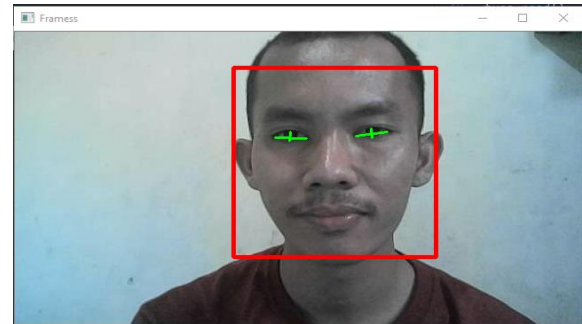
4.1 Implementasi Sistem

Diagram alir sistem deteksi wajah dan pengenalan wajah. Sistem dimulai dengan menangkap gambar wajah kemudian melakukan deteksi wajah dan area mata, setelah itu sistem melakukan ekstraksi fitur wajah untuk dibandingkan dengan yang ada di database sistem, jika wajah dikenali maka sistem memberikan notifikasi jika tidak sistem tidak memberi notifikasi. Alur kerja dapat dilihat pada flowchart pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart sistem pengenalan wajah

Gambar 6 contoh area wajah dan area mata yang terdeteksi dan akan di capture oleh sistem.

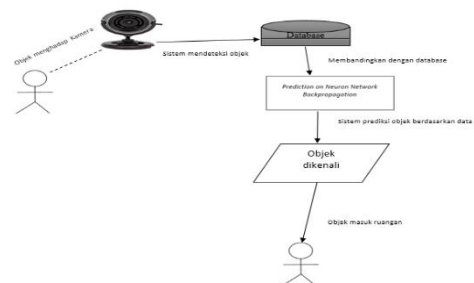


Gambar 6. Sistem deteksi wajah dan mata

Implementasi sistem dibagi menjadi 3 tahapan yaitu, pertama pengumpulan dataset wajah, jumlah dataset yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 150 data wajah dari 3 subjek. Kedua, melakukan training dataset menggunakan jaringan syaraf tiruan, hasil data latih ini akan dibentuk menjadi file berekstensi .yaml. Data dalam file ini kemudian akan dibandingkan dengan data wajah yang diinput pada proses pengujian.

4.2 Skema Sistem

Alur dan simulasi cara kerja sistem pengenalan wajah menggunakan metode viola jones dan jaringan saraf tiruan. Gambar 7 simulasi sederhana cara kerja sistem deteksi wajah dan pengenalan wajah menggunakan metode viola jones dan jaringan saraf tiruan.



Gambar 7. Sistem skema

4.3 Pengujian sistem dan analisis sistem

Data objek yang digunakan pada penelitian berjumlah 3 orang, deskripsi data objek gambar, usia dan tinggi pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Objek

No	Subyek	Usia	Tinggi
1		22	165 Cm

			
2		23	170 Cm
3		23	168 Cm

4.3.1. Pengujian sistem berdasarkan jarak

Pada tes ini subjek yang akan diujikan berjumlah 3 orang. Setiap benda akan di uji cobakan sebanyak 10 kali dengan total 90 pengujian, pengujian dilakukan pada tanggal 16 Agustus 2020 pukul 14.00 WIB dengan kondisi cahaya lampu 101-167 lx. Pengujian dilakukan dengan wajah menghadap tegak lurus ke kamera.

$$\text{Rumus akurasi} = (\text{DB} - \text{DS}) \times 100$$

Dimana :

- DB = jumlah data yang terdeteksi.
- DS = jumlah data tidak terdeteksi.

Hasil data pengujian yang diperoleh berdasarkan jarak 30 centimeter pada sistem deteksi dan pengenalan wajah pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Data Untuk Jarak 30 centimeter

Pengujian Ke-	Subyek		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	0	1	0
4	1	1	1

5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
Akurasi	83,3%		

Hasil data pengujian yang diperoleh berdasarkan jarak 100 centimeter pada sistem deteksi dan pengenalan wajah pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Data untuk Jarak 100 centimeter

Pengujian Ke -	Objek		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	0	1
3	0	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	0	1
8	1	1	0
9	1	1	1
10	1	1	1
Akurasi	86.6%		

Hasil data pengujian yang diperoleh berdasarkan jarak 175 centimeter pada sistem deteksi dan pengenalan wajah pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Data untuk Jarak 175 centimeter

Pengujian Ke-	Subyek		
	1	2	3
1	0	0	0
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	0	0
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	0	1	1
10	0	1	1
Akurasi	76,6%		

Dimana:

- 1 = Terdeteksi
- 0 = Tidak terdeteksi

4.3.2 Menguji sistem kemiringan kamera

Pada tes ini subjek yang akan diujikan berjumlah 3 orang. Setiap benda akan diuji sebanyak 10 kali dengan total 30 pengujian, pengujian dilaksanakan pada tanggal 15 Agustus 2020 pukul 14.30 WIB kondisi cahaya 101-167 lx, dan jarak pengujian 0,5 meter dengan tinggi kamera 190 cm. Tabel 7 hasil penelitian sistem pengenalan wajah dengan kemiringan kamera 0 derajat.

Tabel 7. Pengujian Data Pada kemiringan 0 Derajat

Pengujian Ke-	Subyek		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	0
4	1	1	1
5	1	1	0
6	1	0	1
7	1	1	1
8	0	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
Akurasi	86,6%		

4.3.3 Menguji dengan Foto

Pada tes ini subjek yang akan diujikan berjumlah 3 orang. Pengujian akan dilaksanakan sebanyak 60 kali, pengujian dilaksanakan pada tanggal 15 Agustus 2020 pukul 16.00 WIB, lokasi pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan kondisi cahaya 101-167 lx, dan jarak pengujian 0,5 meter. Tabel 8 data hasil pengujian waja palsu pada sistem deteksiwajah dan pengenalan wajah.

Tabel 8. Pengujian Data dari Smartphones

Pengujian Ke-	Subyek		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1

14	1	1	1
15	0	1	1
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1
Akurasi	96.6%		

Dimana:

- 1 = Terdeteksi

- 0 = Tidak terdeteksi

4.3.4 Menguji deteksi wajah dengan kondisi cahaya

Pengujian ini dilakukan oleh satu objek dengan jarak 50 centimeter, kemiringan kamera 0 derajat atau kamera tegak lurus ke depan dengan total 20 pengujian pada objek manusia yaitu 10 pengujian untuk kategori 20-50 Lux dan 10 tes untuk kategori 110-167 Lux. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan aplikasi Lux Light Meter. Tabel 9 adalah data hasil pengujian berdasarkan intensitas cahaya.

Tabel 9. Hasil Pengujian Deteksi Wajah Berdasarkan Faktor Intensitas Cahaya

Pengujian Ke-	Intensitas cahaya	
	20-50 Lux	110-167 Lux
1	0	1
2	0	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	0	1
9	1	0
10	1	1
Akurasi	70%	90%

Dimana :

– 1 = Terdeteksi

– 0 = Tidak terdeteksi

Gambar 8 dokumentasi pengujian sistem pengenalan wajah dengan memperhatikan faktor intensitas cahaya.



Gambar 8. Pengujian berdasarkan intensitas cahaya

4.4. Analisis Hasil

Setelah dilakukan pengujian, selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil pengujian tersebut, dari hasil pengujian diketahui bahwa faktor jarak benda ke kamera dan intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap hasil deteksi dan pengenalan wajah. Jarak yang terlalu dekat membuat sistem tidak dapat mendeteksi wajah manusia dengan baik dan juga jarak yang terlalu jauh membuat sistem tidak akurat dalam mendeteksi dan mengenali objek. Selanjutnya intensitas cahaya dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin baik pencahayaan atau semakin tinggi nilai intensitas cahaya maka sistem akan semakin baik dalam mendeteksi dan mengenali objek. selain itu posisi kamera juga mempengaruhi hasil deteksi. Posisi muka objek harus tegak lurus dengan kamera untuk mendapatkan hasil terbaik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi wajah dan pengenalan wajah dengan metode Viola-Jones dan jaringan saraf tiruan dengan perangkat Raspberry Pi 3 B berhasil melakukan deteksi wajah dan pengenalan wajah secara real-time. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sistem telah berhasil mendeteksi wajah manusia yang sebenarnya dengan mendeteksi gerakan pada mata kemudian melakukan proses pengenalan wajah dan sistem telah berhasil mengenali objek dengan baik berdasarkan beberapa faktor yaitu jarak ke kamera, kondisi cahaya, tinggi kamera, dan kemiringan kamera. Sehingga berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi wajah dan mengenali wajah pada kondisi terbaik pada jarak 0,5 meter, kondisi cahaya 101-167 lx, dan tinggi kamera 160 cm dengan kemiringan kamera sebesar 0 derajat dengan akurasi 86.6%.

REFERENSI

- [1] Haider, W., Bashir, H., Sharif, A., Sharif, I., & Wahab, A. (2014). *Survei tentang Deteksi Wajah dan Pendekatan Pengenalan*. Jurnal Internasional Pendidikan Modern dan Ilmu Komputer, 3(4), <https://doi.org/10.5815/ijme.cs.2014.08.05>. pp: 56-62.
- [2] Harjoseputro, Y., Suyoto, & Dwiandiyanta, BY (2014). *Pengenalan Wajah Secara Real Time Dengan Smartphone Android*. Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer. <https://doi.org/10.1007/s11739-007-0078-y>. pp: 24-29.
- [3] Viola, P., & Jones, M. (2001). *Deteksi objek cepat menggunakan rangkaian fitur sederhana yang ditingkatkan*. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1, pp : 1-9.
- [4] Andrian, A. (2014). *Penerapan Algoritma Backpropagation Dan Principal Component Analysis Untuk Pengenalan Wajah*. Jurnal Teknovasi, 1 (2), pp : 62-70.
- [5] Suharso, A. (2017). *Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Viola-Jones dan Eigenface Dengan Variasi Posisi Wajah Berbasis Webcam*. Techno Xplore: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, 1 (2), <https://doi.org/10.36805/technoxplore.v1i2.107>. pp :19-30.
- [6] Perdana, RN, Irawan, B., & Setianingsih, C. (2017). *Perancangan Pintu Pintar Untuk Deteksi Wajah Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Deteksi Gerak Fisiologis*. E-Proceeding of Engineering: Vol. 4, No.3, 4 (3), pp: 4169-4176.
- [7] Mohsen Abdul Hossein, A., Abd Alsaheb Ogl, R., & Mahmood Ali, M. (2017). *Deteksi Wajah dengan Menggunakan Algoritma Viola-Jones OpenCV berdasarkan pengkodean mata*. Irak Journal of Science, 58(2A), <https://doi.org/10.24996.ij.s.2017.58.2A.17>. pp: 735-745.

- [8] Samudera, NA (2015). *Perancangan Sistem Keamanan Ruang Sistem Keamanan Ruang*. E-Proceeding of Engineering, 2 (2), pp: 3743–3754.
- [9]Dwisnanto, P., Teguh, B., & Winduratna.B. (2012). *Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones*. Seminar Nasional “Sains, Teknik dan Teknologi,”. pp: 1–5.
- [10]QasemJaber, Z., & Issam Younis, M. (2014). *Desain dan Implementasi Sistem Pengenalan Wajah Real-Time (RTFRS)*. Jurnal Internasional Aplikasi Komputer, 94 (12), <https://doi.org/10.5120/16395-6014>. pp:15-22.
- [11]Lestari N., VanFc, Lucky, L.(20117). *Implementasi jaringan saraf tiruan untuk menilai kelayakan tugas akhir mahasiswa*. Jurnal Teknologi Informasi & komunikasi digital zone. 8 (1), pp :10-24.