

Face Recognition Untuk Sistem Pengaman Rumah Menggunakan Metode HOG dan KNN Berbasis Embedded

Bagus Septian Aditya Wijayanto¹, Fitri Utamingrum², Issa Arwani³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹bagusseptian9@gmail.com, ²f3_ningrum@ub.ac.id, ³issa.arwani@ub.ac.id

Abstrak

Sistem keamanan rumah merupakan salah satu fitur yang wajib dimiliki dan diperhatikan bagi setiap pemilik rumah yang ingin memiliki rumah yang aman dari pencurian dan terhindar dari gangguan keamanan lain yang tidak diinginkan. Sehingga dibutuhkan sistem pendukung yang mampu menambah keamanan rumah. Dalam penelitian ini, sistem yang dibuat memanfaatkan wajah sebagai data keamanan. Sistem ini menggunakan *webcam* sebagai pengambil citra wajah dan diintegrasikan dengan *Raspberry Pi*. Sistem ini akan menerapkan fitur *buzzer*, LED, *solenoid door lock* dan modul SIM800L sebagai *output* dari sistem. Sistem ini menggunakan *HaarClassifier* untuk mendeteksi wajah, selanjutnya *Histogram of Oriented Gradient* dan *k-Nearest Neighbor* untuk pengenalan wajah. Pertama sistem akan mengambil citra yang ditangkap oleh *webcam*, selanjutnya digunakan deteksi citra wajah dengan *Haar-Classifer*, selanjutnya citra wajah akan diekstraksi fiturnya menggunakan HOG. Setelah didapatkan nilai fitur wajah, selanjutnya akan diklasifikasikan menggunakan algoritme *k-Nearest Neighbor*. Dari hasil pengujian akurasi deteksi wajah didapatkan akurasi terbaik sebesar 100% pada jarak 40cm. Hasil akurasi pengenalan wajah pada jarak 40cm seluruhnya yaitu sebesar 87,5%. Untuk pengujian akurasi integrasi antara *software* dengan *hardware* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100%. Waktu rata-rata yang diperlukan untuk proses pengenalan wajah adalah selama 13.28839 detik.

Kata kunci: *HaarClassifier, histogram of gradient, k-nearest neighbours, face-detection, face-recognition, keamanan rumah*

Abstract

The home security system is one of the features that must be owned and considered for every homeowner who wants to have a home that is safe from theft and avoid other unwanted security disturbances. So we need a support system that is able to increase home security. In this study, the system created uses the face as security data. This system uses a webcam as a face image taker and is integrated with the Raspberry Pi. This system will apply the buzzer, LED, solenoid door lock and SIM800L modules as outputs of the system. This system uses HaarClassifier to detect faces, then Histogram of Oriented Gradient and k-Nearest Neighbor for face recognition. First the system will take the image captured by the webcam, then use face image detection with Haar-Classifer, then the facial image will be extracted using the HOG feature. After the face feature value is obtained, it will then be classified using the k-Nearest Neighbor algorithm. From the results of testing the accuracy of face detection is the best accuracy of 100% at a distance of 40cm. The results of the accuracy of face recognition at a distance of 40cm in total are equal to 87.5%. For testing the accuracy of integration between software and hardware produces an accuracy rate of 100%. The average time needed for the face recognition process is 13,28839 seconds.

Keywords: *HaarClassifier, histogram of gradient, k-nearest neighbors, face-detection, face-recognition, home security*

1. PENDAHULUAN

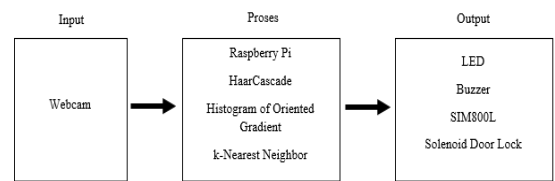
Sistem keamanan rumah (*home security system*) adalah suatu kebutuhan yang wajib diperhatikan bagi setiap pemilik rumah. Berbagai cara telah dilakukan dalam mengamankan rumah mulai dari cara tradisional hingga cara modern. Salah satu contoh cara tradisional yang banyak digunakan adalah alarm rumah. Tetapi pada masa sekarang ini, telah banyak teknologi yang sudah diterapkan dalam sistem keamanan rumah (Shandy, Rakhmatsyah, & Suwastika, 2015).

Penerapan teknologi keamanan sekarang ini sudah berkembang dengan pesat. Dalam hal pengamanannya, semua metode membutuhkan password untuk validasi. Dalam penggunaannya ada banyak jenis password yang digunakan. Seperti penggunaan huruf, angka, wajah, sidik jari, bahkan ada yang menggunakan retina mata sebagai passwordnya. Namun, penggunaan password masih terdapat banyak kekurangan, seperti password yang menggunakan angka dan huruf yang sangat sering terjadi kesalahan dan rentan untuk dibobol.

Wajah merupakan ciri fisiologis yang paling mudah dan digunakan untuk membedakan identitas setiap individu. Sehingga pengenalan wajah merupakan salah satu teknologi *biometrics* yang sering dipelajari dan dikembangkan (Saragih, 2007).

Berdasarkan permasalahan yang terjadi seperti yang telah dijelaskan diatas, maka diperlukan adanya sebuah sistem yang mampu memberikan keamanan yang lebih optimal yang dapat mengatasi kelemahan yang sudah disebutkan sebelumnya dengan cara menerapkan pengenalan wajah sebagai autentikasi. Secara umum, ada 4 tahap dalam sistem pengenalan wajah yaitu pengambilan citra wajah, *preprocessing*, ekstraksi fitur, dan klasifikasi citra wajah tersebut. Tahapan ekstraksi fitur dan klasifikasi merupakan tahapan yang penting dalam sistem pengenalan wajah.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Kim, Kim, & Savarese, 2012) dengan judul *Comparing Image Classification Methods K-Nearest-Neighbor and Support-Vector-Machine*. Pada penelitian tersebut berhasil mengenali wajah dengan baik menggunakan



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

metode *k- Nearest Neighbor* dengan akurasi keberhasilan 87,74%.

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan ekstraksi fitur menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients* oleh (Munawaroh, Ciksadan, & Salamah, 2018). Penelitian tersebut berfokus pada analisa perbandingan antara metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dengan metode *Gaussian Mixture Mode* (GMM) dalam mendeteksi manusia. Hasil akurasi pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode HOG lebih baik dibanding metode GMM.

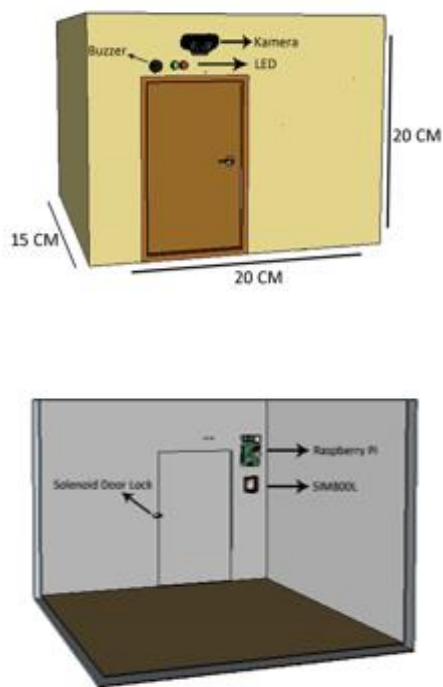
Sistem bekerja dengan mengekstraksi fitur wajah yang telah dideteksi menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradient* (HOG). Fitur akan didapat dengan menghitung orientasi gradient dalam suatu citra wajah. Fitur dari citra wajah tersebut akan digunakan untuk proses klasifikasi menggunakan metode *k-nearest neighbor*. Selanjutnya sistem akan membuka *solenoid door lock* dan menyalakan LED berwarna hijau jika citra wajah baru yang dideteksi dikenali oleh sistem sebagai penghuni rumah. Namun apabila sistem tidak mengenali citra wajah baru tersebut, maka *solenoid door lock* akan tetap terkunci, LED akan menyala merah, *buzzer* akan berbunyi, dan sms notifikasi akan dikirim ke nomor pemilik rumah.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Gambaran Umum Sistem

Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa kamera memiliki peran penting dalam sistem ini. Kamera akan mengambil gambar dan akan dideteksi wajah menggunakan algoritme *HaarCascade Classifier*.

Kemudian citra wajah akan diekstraksi fitur menggunakan algoritme HOG Hasil fitur HOG akan dproses kembali menggunakan metode KNN untuk pengambilan keputusan.



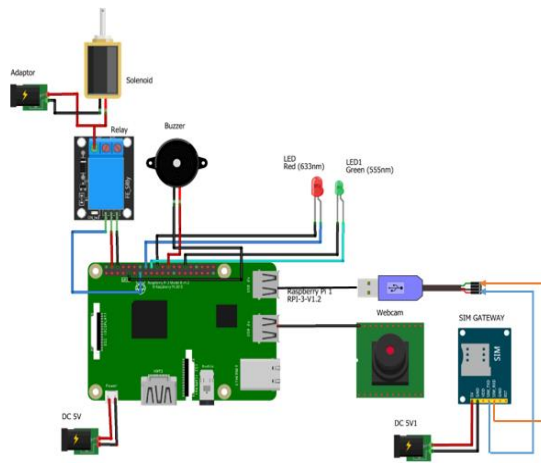
Gambar 2. Desain prototype alat

Apabila pengambilan keputusan tersebut sesuai pada *database* maka sistem akan membuka *solenoid door lock* dan menyalakan LED berwarna hijau jika citra wajah baru yang dideteksi dikenali oleh sistem sebagai penghuni rumah. Namun apabila sistem tidak mengenali citra wajah baru tersebut, maka *solenoid door lock* akan tetap terkunci, LED akan menyala merah, *buzzer* akan berbunyi, dan sms notifikasi akan terkirim.

2.2 Perancangan Sistem

Pada Gambar 2 adalah desain *prototype* dari alat yang akan dibuat. Dari proses perancangan sistem ini dapat diketahui letak masing-masing komponen perangkat keras yang akan diimplementasikan.

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa kamera tersambung pada Raspberry Pi melalui slot USB. Untuk modul GSM (SIM800L) disambungkan pada pin USB TTL kemudian USB TTL tersebut disambungkan ke slot USB Raspberry Pi. Buzzer dan LED disambungkan ke Raspberry Pi dengan menggunakan pin GPIO yang ada pada Raspberry Pi. Sedangkan *solenoid door lock* terhubung pada modul Relay terlebih dahulu sebelum disambungkan ke Raspberry Pi.



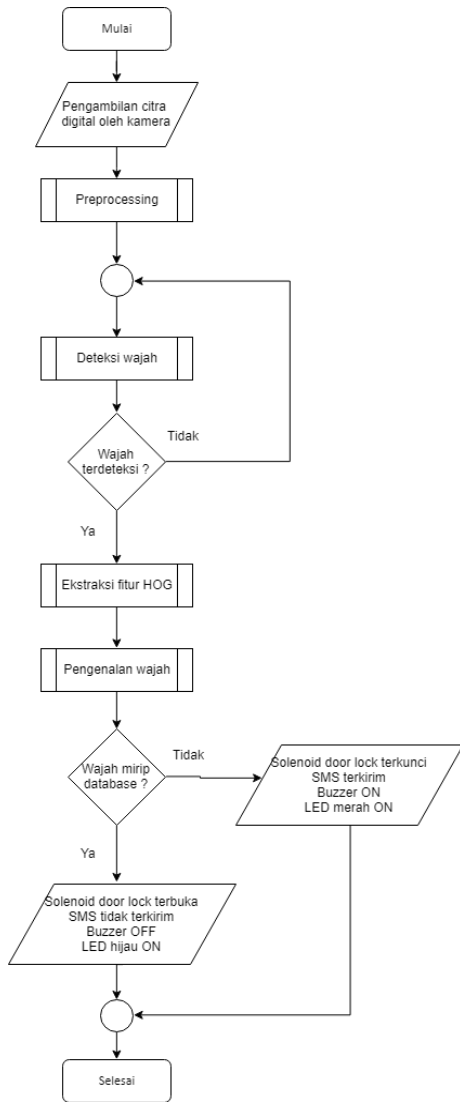
Gambar 3. Skematik Rangkaian Sistem

Tabel 1. Koneksi Pin Sistem

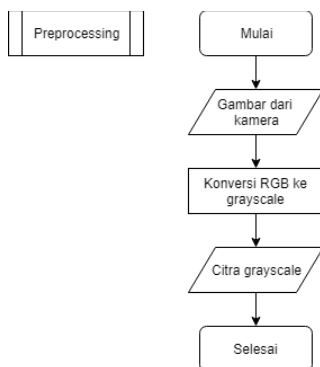
Pin Raspberry	Pin SIM800L	Pin USB TTL	Pin Buzzer	Pin LED Merah	Pin LED Hijau	Pin Solenoid Door Lock	Relay	Pin Camera Logitech CS25
								+
GPIO 27								NC
5V								IN
								VCC
GPIO 8			VCC					
GPIO 23	VCC			VCC				
GPIO 24					VCC			
	TXD	RX						
	RXD	TX						
USB		USB						
GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND

Tabel 1 merupakan koneksi antara pin Raspberry Pi dengan komponen lain pada sistem ini.

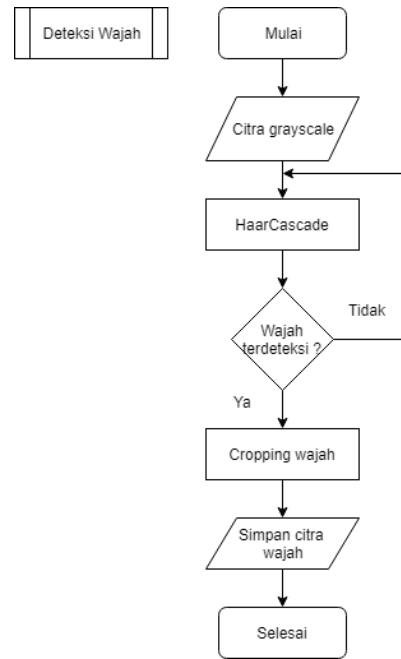
Pada Gambar 4 merupakan proses utama dalam perancangan perangkat lunak. Sistem ini dimulai dengan pengambilan gambar melalui kamera, kemudian masuk ke diteruskan ke tahap *preprocessing*. Selanjutnya akan diproses untuk mendeteksi citra wajah. Setelah hanya terdeteksi wajah maka akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu ekstraksi fitur HOG untuk mencari nilai fitur dari citra wajah tersebut. Selanjutnya subprogram pengenalan wajah untuk mengklasifikasikan citra wajah yang telah didapat sebelumnya menggunakan KNN, Setelah melakukan proses pengenalan wajah, sistem akan menghasilkan *output* berupa keputusan bahwa wajah tersebut dikenali dalam *database* atau tidak. Jika wajah dikenali sesuai *database* maka *output solenoid door lock* akan terbuka, SMS tidak terkirim, LED menyala hijau serta *buzzer* akan tetap off. Namun apabila wajah tidak sesuai dalam



Gambar 4. Diagram Alir Program Utama Sistem



Gambar 5. Diagram Alir Program *Preprocessing* database maka *output solenoid door lock* akan tetap terkunci, SMS akan terkirim, LED menyala merah serta *buzzer* akan menyala.



Gambar 6. Diagram Alir Deteksi Wajah

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada proses ini, gambar yang telah didapat oleh kamera akan di konversi dalam bentuk citra grayscale. Kemudian citra hasil konversi akan disimpan untuk proses berikutnya.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa pada proses ini citra wajah akan dideteksi dan disimpan dengan ukuran yang sama. Pada perancangan ini menggunakan *library* OpenCV yaitu *library haarcascade frontalface.xml*. Ketika sistem aktif, kamera akan langsung mengambil gambar selanjutnya *library haarcascade classifier* akan mencari *object* berupa wajah. Jika *object* wajah belum terdeteksi maka program akan terus berjalan hingga terdapat *object* wajah. Setelah *object* wajah terdeteksi akan dilanjutkan dengan proses *cropping* sehingga hanya didapatkan citra wajah dan disimpan dengan format .png

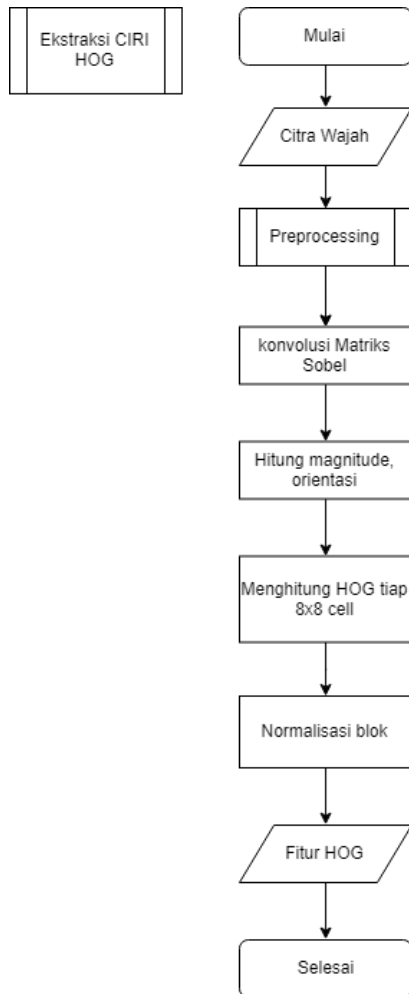
Pada Gambar 7 dijelaskan bahwa ekstraksi fitur menggunakan metode *Histogram of oriented Gradients* dibagi menjadi beberapa proses yaitu :

1. *Preprocessing*

Pada proses ini dilakukan konversi citra RGB ke dalam bentuk *grayscale*

2. Konvolusi matriks Sobel

Nilai piksel citra wajah dikonvolusikan



Gambar 7. Diagram Alir Ekstraksi Ciri HOG

dengan matriks Sobel, sehingga mendapat nilai d_x dan d_y

3. Perhitungan nilai *magnitude* pada citra wajah

Mencari nilai *magnitude* setiap piksel pada *cell* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$m = \sqrt{d_x^2 + d_y^2} \quad (2.1)$$

Keterangan :

m = *Magnitude*

d_x = Matriks hasil konvolusi Sobel tepi *horizontal*

d_y = Matriks hasil konvolusi Sobel tepi *vertikal*

Untuk orientasi *magnitude* dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\theta = \arctan\left(\frac{d_y}{d_x}\right) \quad (2.2)$$

Keterangan :

θ = Orientasi *Magnitude*

d_y = Matriks hasil konvolusi Sobel tepi *vertikal*

d_x = Matriks hasil konvolusi Sobel tepi



Gambar 8. Diagram Alir Klasifikasi KNN

horizontal

4. Blok normalisasi

Normalisasi histogram berfungsi agar gambar tidak terpengaruh oleh variasi pencahayaan dengan cara melakukan penggabungan histogram untuk seluruh *cell* dalam satu block. Hasil penggabungan tersebut akan dinormalisasi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_1 - norm : v' = \frac{v}{\sqrt{\|v\|^2 + \epsilon}} \quad (2.3)$$

$$L_2 - norm : v'' = \frac{v'}{\sqrt{\|v'\|^2 + \epsilon^2}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

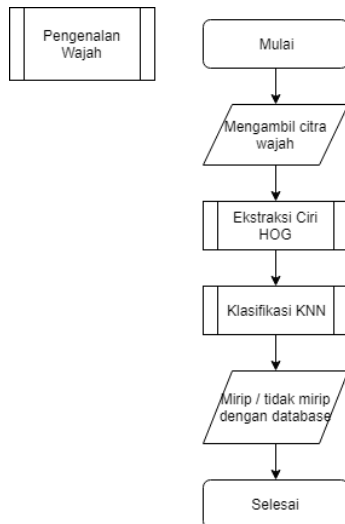
v = vektor blok yang mengandung histogram

$\epsilon = 0,1$ (konstanta)

$L - norm$ = normalisasi

Pada Gambar 8 dijelaskan bahwa proses klasifikasi KNN dimulai dengan menentukan nilai K . Setelah itu dilakukan proses perhitungan untuk mencari jarak menggunakan *Euclidean* dan data tersebut diurutkan sesuai jarak yang terkecil. Tahap terakhir dilakukan pengklasifikasian objek berdasarkan label mayoritas dari K tetangga terdekat.

Pada Gambar 9 dapat diketahui bahwa proses pengenalan wajah dimulai dengan mengambil citra wajah baru. Setelah mendapat citra wajah akan diproses untuk mengambil nilai



Gambar 9. Diagram Alir Pengenalan Wajah



Gambar 10. Implementasi *Prototype* Pengenalan Wajah

fitur citra tersebut melalui ekstraksi fitur HOG. Nilai fitur HOG akan digunakan sebagai *input* dari klasifikasi KNN untuk menentukan wajah baru tersebut sama seperti wajah dalam *database* atau tidak

2.3 Implementasi Sistem

Dari perancangan sistem yang telah dirancang sebelumnya, Gambar 10 adalah hasil implementasi perancangan *prototype* dari sistem pengenalan wajah. *Prototype* ini menggunakan bahan akrilik sebagai kotak yang diasumsikan sebagai rumah.

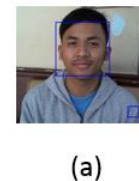
3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1 Pengujian Deteksi Wajah

Pada pengujian ini, gambar diambil melalui kamera. Setelah itu dilakukan proses deteksi wajah menggunakan metode *haar Cascade classifier* dan disimpan sebagai citra wajah.



Gambar 11. Contoh Hasil Pengujian Deteksi Wajah



Gambar 12. Contoh Hasil Pengujian Deteksi Wajah yang Tidak Terdeteksi

Tabel 2. Hasil Akurasi Pengujian Deteksi Wajah

Jarak (cm)	Jumlah Benar		Jumlah Salah		Total rata-rata akurasi (%)
	Databas e	Luar databas e	Databas e	Luar databas e	
40 cm	4	4	0	0	100%
60 cm	4	3	0	1	87.5%
80 cm	3	3	1	1	75%
100 cm	3	3	1	1	75%

Pengujian ini dilakukan jarak 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm dan dengan intensitas cahaya 40-100 lux.

Dari Tabel 2 diketahui bahwa hasil akurasi deteksi wajah berbeda-beda. Deteksi wajah pada jarak 40 cm merupakan deteksi wajah terbaik dengan akurasi sebesar 100%. Sehingga pada jarak tersebut akan dilakukan pengujian pengenalan wajah.

3.2 Pengujian Akurasi Nilai k

Pengujian kedua yaitu pengujian pengaruh nilai k terhadap akurasi data latih pada KNN. Pengujian ini bertujuan untuk mencari nilai k yang mempunyai akurasi tertinggi untuk dijadikan sebagai batas jumlah ketetanggaan terdekat.

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa tingkat akurasi tertinggi didapat berdasarkan nilai k = 2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai k, maka tingkat akurasi pada data latih akan semakin berkurang.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Nilai k

No	Nilai k	Jumlah Citra Datalatih	Akurasi
1	2	160	93,1%
2	3	160	92,5%
3	4	160	87,5%
4	5	160	84,9%
5	6	160	84,5%
6	7	160	81,2%
7	8	160	80%
8	9	160	75%
9	10	160	69,3%
19	11	160	69%

Tabel 4. Hasil Pengujian Pengenalan Wajah Pada Jarak 40 cm (objek penghuni rumah)

Citra Uji	Cahaya	Mirip	Sistem Mengenali Dengan Benar
bagus40.png	62 lux	BAGUS3	ya
edi40.png	64 lux	EDI2	ya
nurhayati40.png	64 lux	NURHAYATI	ya
tanthy40.png	66 lux	TANTHY1	ya

Tabel 5. Hasil Pengujian Pengenalan Wajah Pada Jarak 40 cm (objek orang lain)

Citra Uji	Cahaya	Mirip	Sistem Mengenali Dengan Benar
agung40.png	75 lux	Intruder Found	ya
edo40.png	73 lux	TANTHY	tidak
Intan40.png	76 lux	Intruder Found	ya
putri40.png	71 lux	Intruder Found	ya

3.3 Pengujian Pengenalan Wajah

Tahap selanjutnya dilakukan pengujian pengenalan wajah berdasarkan intensitas cahaya 40 lux – 100 lux dengan jarak 40 cm.

Hasil pengujian pengenalan wajah dengan objek penghuni rumah dapat dilihat pada Tabel 4 dan didapatkan hasil akurasi sebesar 100%. Sedangkan pada Tabel 5 merupakan hasil pengujian pengenalan wajah dengan objek selain penghuni rumah dan menghasilkan akurasi sebesar 75%. Sehingga total akurasi pengenalan wajah adalah sebesar 87,5%.

3.4 Pengujian Akurasi Integrasi Software Dengan Hardware

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa persen tingkat keberhasilan antara output

sistem dengan citra input yang diterima. Akurasi integrasi antara *software* dengan *hardware* sudah baik dan berjalan sesuai yang diharapkan. Tingkat akurasi yang dihasilkan antara *software* dengan *hardware* yaitu sebesar 100%.

3.5 Pengujian Waktu Pengenalan Wajah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam mengenali suatu wajah. Setelah dilakukannya pengujian ini, diketahui bahwa rata-rata waktu yang diperlukan dalam proses pengenalan wajah yaitu selama 13.28839 detik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan berbagai pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem ini berjalan dengan baik dalam mendeteksi dan mengenali wajah penghuni rumah maupun orang lain dan dapat berjalan secara *real time*.
2. Tingkat akurasi deteksi wajah yaitu sebesar 100% pada jarak 40 cm.
3. Hasil pengujian pengaruh nilai k terhadap tingkat akurasi data latih pada algoritme KNN sebesar 93,1% untuk nilai k=2.
4. Hasil akurasi pengujian pengenalan wajah berdasarkan intensitas cahaya (40 – 100 lux) dengan jarak 40 cm yaitu sebesar 87,5%.
5. Hasil akurasi dari integrasi *software* dengan *hardware* yaitu sebesar 100%
6. Waktu rata-rata yang diperlukan dalam proses pengenalan wajah adalah selama 13.28839 detik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Kim, J., Kim, B.-S., & Savarese, S. (2012). Comparing Image Classification Methods K-Nearest-Neighbor and Support-Vector-Machines. *Comparing Image Classification Methods K-Nearest-Neighbor and Support-Vector-Machines*, 133-138.
- Munawaroh, Y. F., Ciksadan, & Salamah, I. (2018). Analisa Perbandingan Algoritma Histogram of Oriented Gradient (HOG) . 251-255.
- Saragih, R. A. (2007). Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Fisherface. *Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Fisherface*, 7, 50-62.
- Shandy, Y. D., Rakhmatsyah, A., & Suwastika, N. A. (2015). Implementasi Sistem Kunci Pintu Otomatis Untuk Smart Home Menggunakan SMS Gateway. *Implementasi Sistem Kunci Pintu Otomatis Untuk Smart Home Menggunakan SMS Gateway*, 2, 6395-6407.