

***IMPLEMENTASI EIGENFACE UNTUK PENGENALAN WAJAH  
PADA BUILDING SECURITY SYSTEM BERBASIS EMBEDDED***

***IMPLEMENTATION OF EIGENFACE FOR FACE RECOGNITION  
ON BUILDING SECURITY SYSTEM BASED ON EMBEDDED***

Bagas Wara Rachmat Ramadhan<sup>1</sup>, Agung Nugroho Jati, ST., MT<sup>2</sup>, Umar Ali Ahmad, ST., MT<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[bagasramadhan@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:bagasramadhan@students.telkomuniversity.ac.id) <sup>2</sup>[agungnj@telkomuniversity.ac.id](mailto:agungnj@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[uaa@ypt.or.id](mailto:uaa@ypt.or.id)

**Abstrak**

Kemajuan zaman serta rasa ingin tahu pada suatu kondisi hal juga menjadi salah satu hal bagi manusia untuk terus mengembangkan system keamanan pada gedung. Untuk itu diperlukan suatu system yang dapat menjadi solusi keamanan tersebut. System dapat mendeteksi objek berupa wajah sebagai citra masukan. System memerlukan masukan citra dari sebuah kamera. Setelah objek terdeteksi oleh kamera, system akan melakukan pencocokan wajah dengan gambar wajah yang terdapat pada database system. Setelah data diolah, system akan menghasilkan logic yang digunakan untuk proses selanjutnya dalam system secara keseluruhan. System merupakan penerapann *Computer Vision* dalam system keamanan. System akan mengambil citra menggunakan camera yang terdapat di pintu. Citra akan diproses dengan menggunakan metode *Haar Cascade* untuk mendeteksi objek wajah yang terdapat pada citra. Kemudian menggunakan metode *Eigenface* untuk proses mencocokkan objek wajah yang terdeteksi dengan wajah yang terdapat pada database. Dari hasil pengujian, posisi optimal dari kamera agar dapat hasil yang baik adalah dengan jarak 1 meter dengan akurasi 95 % serta dengan sudut kemiringan antara kamera dengan objek yaitu 0°.

**Kata Kunci :** Eigenface, Raspberry Pi, Keamanan gedung

**Abstract**

The progress of time and curiosity also one cause for human beings to continue to develop a security system for the building. It required a system that could be the security solution. System can detect objects in the form of the face as the input image. System requires the input image from a camera. Once the object is detected by the camera, the system will perform face matching with the facial image contained in the database system. Once the data is processed, the system will produce a logic that is used for further processing in the system as a whole. This system is an application of *Computer Vision* for security system. The system will take imagery using a camera located at the door. The image will be processed using *Haar Cascade* method for detecting objects faces contained in the image. Then using the *Eigenface* method to match the object faces detected by the face contained in the database. From the test results, the optimal position of the camera in order to get a good result is to a distance of 1 meter with an accuracy of 95 % and with a slope angle between the camera and the object is 0°.

**Keywords :** Eigenface, Raspberry Pi, *Building security*

**1. Pendahuluan**

System keamanan pada suatu gedung lebih banyak menggunakan system manual sebagai bentuk pengawasannya, seperti dengan menggunakan kunci manual. System keamanan seperti ini masih belum efektif karena selama ini banyak orang yang tidak berkepentingan bisa masuk ke dalam ruangan tersebut, sehingga informasi - informasi penting dapat dicuri dengna mudah. Oleh karena itu diperlukan teknologi untuk mengamankan informasi penting tersebut, seperti penggunaan pengenalan wajah atau face recognition sebagai media pengamannya.

Face recognition adalah suatu teknologi yang memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi wajah seseorang melalui gambar digital. Teknologi ini adalah perkembangan dari teknologi image

processing [1]. Face recognition berfungsi juga untuk mengenali wajah seseorang untuk dikenali. Dalam face recognition terdapat dua aktivitas yang harus dilakukan yaitu mencari data training serta data testing, untuk pengujian gambar yang akan diuji. Face recognition memiliki banyak jenis algoritma yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah seseorang. Salah satu algoritma dalam pengenalan wajah adalah algoritma eigenface.

Konsep dari eigenface adalah serangkaian eigenvector yang digunakan untuk mengenali wajah manusia dalam suatu computer vision [2]. Algoritma ini mempunyai keakuratan yang cukup baik dibanding metode face recognition yang lain. Metode eigenface merupakan pengenalan wajah berdasarkan Principle Component Analysis, pada eigenface gambar dicapture dan disimpan pada database untuk menjadi data training yang kemudian akan dibandingkan pada data sample. Pada tugas akhir ini memanfaatkan karakteristik wajah seseorang untuk dijadikan hak akses membuka kunci pintu, menggantikan kunci fisik manual.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Computer Vision

*Computer Vision* didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana computer dapat mengenali obyek yang diamati. Arti lain dari *Computer Vision* sendiri adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, di mana mesin mampu mengestrak informasi pada suatu gambar yang diperlukan untuk untuk penelitian tugas tertentu. Sebagai disiplin teknologi, *Computer Vision* berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan system [3].

Pada *Computer Vision* terdapat beberapa proses yang bertujuan untuk menjadikan computer berlaku seperti penglihatan manusia, sehingga mendekati kemampuan manusia dalam menangkap informasi dalam hal ini informasi visual. Proses pada *Computer Vision* itu sendiri ada empat tahapan yaitu :

1. *Image Acquisition*, yaitu proses penangkapan informasi visual dan proses perubahan sinyal analog menjadi data digital, yang siap untuk diproses oleh computer.
2. *Image Processing*, yaitu proses pengolahan informasi citra digital.
3. *Image Analysis*, yaitu proses analisa terhadap citra visual yang telah diproses sebelumnya.
4. *Image Understanding*, yaitu menerapkan konsep kecerdasan buatan untuk memahami data visual yang telah ditangkap.

Pada *Computer Vision*, terdapat pengolahan citra dan pengenalan pola. Preprocessing merupakan proses awal pada pengolahan citra, sedangkan pengenalan pola merupakan proses untuk menginterpretasi citra [4].

### 2.2 Face Recognition

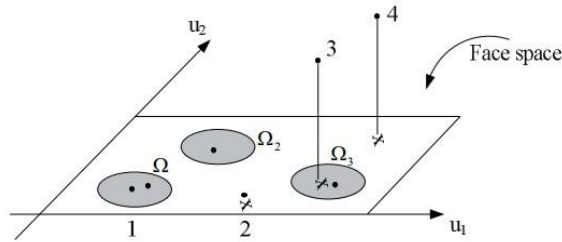
Face Recognition atau pengenalan wajah merupakan teknik biometric yang banyak diterapkan dalam berbagai system. Saat ini, pengenalan wajah melalui aplikasi computer dibutuhkan untuk mengatasi beberapa masalah sebagai contoh yaitu, dalam mengidentifikasi pelaku kejahatan, system keamanan rumah ataupun gedung serta interaksi manusia dengan computer. Selain pengenalan wajah ada beberapa teknik biometric lainnya sebagai contoh pengenalan retina, pengenalan pada suara, pengenalan sidik jari dan lain – lain.

Dalam interaksi social, wajah merupakan bagian dari tubuh manusia yang menjadi focus perhatian. Dalam hal ini dapat dikatakan wajah memainkan peran penting dalam menunjukkan identitas seseorang. Kita dapat mengenali ribuan wajah karena frekuensi interaksi yang sangat sering ataupun hanya sekilas bahkan dalam rentang waktu yang sangat lama. Oleh karena itu wajah digunakan sebagai organ pada bagian tubuh manusia yang dapat dijadikan indikasi pengenalan atau *face recognition*.

### 2.3 Eigenface

Konsep dari Eigenface adalah informasi wajah diproyeksikan dalam ruang multidimensional vector orthogonal yang disebut ruang wajah (*face space*). *Face space* representasi

dari kumpulan vector orthogonal, yang dimana merupakan eigenvector dari matriks kovarian citra wajah pada *training set*



Gambar 2 1 Representasi Ruang Wajah

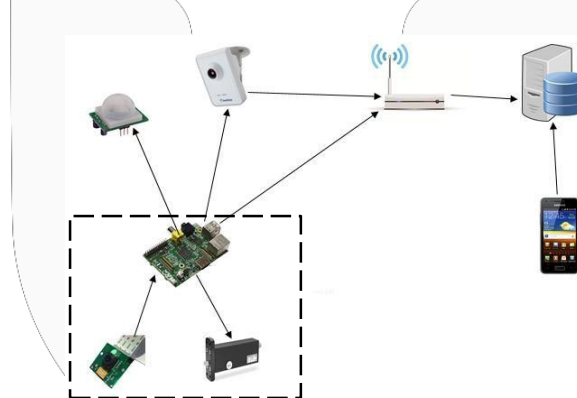
Berdasarkan gambar diatas, citra wajah pada *training set* harus berada di dekat ruang wajah. Citra dari individu yang diketahui terletak dekat dengan class wajah pada *face space* [9].

**2.4 Perancangan**

Pada perancangan system menjelaskan mengenai alur dari proses yang dikerjakan pada tugas akhir ini. System ini dibuat untuk keamanan pada suatu ruangan yang dimana ruangan tersebut menyimpan barang/asset penting. Menggunakan pengenalan wajah untuk mendeteksi wajah orang tertentu menggunakan kamera sehingga dapat diproses bahwa orang tersebut dapat dikenali dan masuk ke ruangan.

**2.5 Gambaran Umum Sistem**

Pada perancangan system menjelaskan alur dari proses yang dikerjakan pada tugas akhir ini.



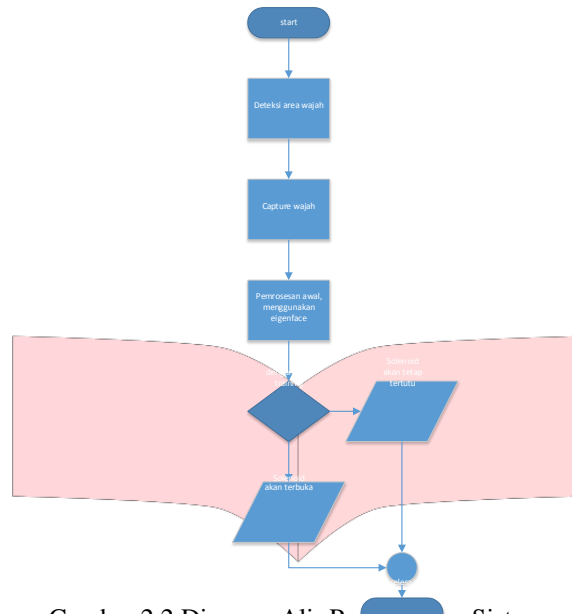
Gambar 2. 1 Gambaran umum sistem

System ini dibuat untuk keamanan pada suatu ruangan yang dimana ruangan tersebut menyimpan barang/asset penting. Menggunakan pengenalan wajah untuk mendeteksi wajah orang tertentu menggunakan kamera sehingga dapat diproses bahwa orang tersebut dapat dikenali dan masuk keruangan tersebut. Selain itu, setelah gambar tercapture maka gambar itu akan dikirim ke cloud computing sebagai data penyimpanan yang dimana bisa dilihat siapa orang yang masuk sehingga dapat terkontrol dan bisa diawasi. Media untuk mengawasinya pun juga dapat diakses menggunakan android yang sudah terintegrasi dengan kamera dan database.

Untuk pengenalan wajah, apabila wajah orang tertentu dikenali, maka solenoid akan terbuka sendirinya sehingga orang tersebut dapat masuk keruangan tersebut. Sedangkan sebaliknya, jika orang tidak dikenali maka solenoid pada pintu tidak akan terbuka.

**2.6 Diagram Alir Sistem**

Diagram alir gambaran umum system sebagai berikut.



Gambar 2 2 Diagram Alir Perancangan Sistem

Input dimulai dengan memasukkan foto dari rasy cam yang terpasang di depan pintu. Setelah melakukan input foto, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah proses normalisasi foto. Proses normalisasi ini sendiri yaitu meliputi perubahan format gambar dari RGB ke grayscale, kemudian dari grayscale tersebut diubah lagi menjadi bentuk matriks. Setelah proses normalisasi foto, selanjutnya adalah proses perhitungan *eigenface*, dimana perhitungan *eigenface* itu sendiri meliputi, menyiapkan data dengan membuat suatu himpunan matriks yang ada di database, kemudian ambil nilai tengah atau mean, cari selisih antara training image dengan nilai tengah, hitung nilai matriks kovarian, menghitung *eigenvalue* dan *eigenvector* untuk menentukan nilai *eigenface* dan yang terakhir adalah identifikasi. Setelah didapat nilai dari perhitungan maka langkah selanjutnya adalah pencocokan nilai *eigenface* input dengan *eigenface* di *database*, jika tidak cocok maka kembali ke proses foto dari rasy cam. Sedangkan jika cocok akan berlanjut.

**3. Pembahasan**

System pengenalan wajah menggunakan raspberry pi cam. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan akurasi dari metode *eigenface* dalam mengenali wajah. Pengujian terhadap system seperti pengenalan wajah pada tingkat jarak yang berbeda, dan sudut kamera terhadap wajah.

**3.1 Pengujian berdasarkan jarak**

Jarak yang digunakan adalah objek terhadap kamera. Penambahan jarak hanya merubah jarak antara objek dengan kamera tidak dengan sudut kemiringan kamera terhadap objek. Untuk pengujian ini sudut tetap 0°

Tabel 3. 1 Hasil pengujian berdasarkan jarak

No.	Jarak (meter)	Jumlah Pengujian	Jumlah wajah yang benar	Akurasi (%)
1.	0,5	20	19	95

2.	1	20	19	95
3.	1,5	20	18	90
4.	2	20	0	0

Berdasarkan dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, system dapat mengenali dengan optimal pada jarak 0,5 meter dan 1 meter dengan hasil akurasi 90%. Sedangkan untuk jarak diatas 1 meter sudah mengalami kesalahan pengenalan dan sulit untuk mendeteksi wajah pada jarak 2 meter, sehingga system tidak bisa melanjutkan proses pengenalan. Jadi jarak optimal antara wajah objek dan raspberry pi cam tidak lebih dari 1 meter agar wajah tetap bisa dideteksi serta dikenali dengan baik.

**3.2 Pengujian Berdasarkan Sudut**

Sudut yang digunakan adalah sudut wajah dari kamera. Penambahan jumlah sudut berarti dengan menggeser posisi kamera terhadap objek dimana objek tetap diam pada posisi tertentu. Pengujian dilakukan terhadap beberapa objek dengan sudut yang berbeda namun pada jarak yang sama yaitu 1 meter dan 1,5 meter.

Tabel 3. 2 Hasil pengujian berdasarkan sudut pada jarak 1 meter.

No.	Sudut (°)	Jumlah Pengujian	Jarak Pengujian (meter)	Jumlah wajah yang benar	Akurasi (%)
1.	0°	20	1	19	95
2.	15°	20	1	17	85
3.	30°	20	1	14	70
4.	45°	20	1	0	0
5.	60°	20	1	0	0

Tabel 3. 3 Hasil pengujian berdasarkan sudut pada jarak 1,5 meter.

No.	Sudut (°)	Jumlah Pengujian	Jarak Pengujian (meter)	Jumlah wajah yang benar	Akurasi (%)
1.	0°	20	1,5	19	95
2.	15°	20	1,5	16	80
3.	30°	20	1,5	12	60
4.	45°	20	1,5	0	0
5.	60	20	1,5	0	0

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan berbagai sudut yang telah ditentukan, dapat dilihat hasil paling baik yaitu pada sudut 0° dengan hasil akurasi sebesar 90% dan masih dapat mengenali hingga sudut 30°. Sedangkan pada sudut 45° dan 60° sudah sulit bahkan tidak dapat mendetelsi adanya wajah. Dapat diambil kesimpulan bahwa sudut sangat berpengaruh pada jalannya system. Sehingga posisi dan peletakkan kamera akan berpengaruh pada proses identifikasi dan

deteksi wajah. Yang perlu diperhatikan yaitu mencari sudut yang tepat antara kamera dengan posisi wajah agar bisa didapatkan tingkat akurasi yang cukup baik.

**3.3 Pengujian Pengujian dengan *threshold* yang berbeda**

Pengujian dilakukan dengan menggunakan nilai *threshold* yang berbeda – beda untuk setiap wajah. Setiap *threshold* diuji sebanyak 5 kali untuk setiap wajah. Pengujian dilakukan di dalam ruangan. Berikut adalah table hasil dari pengujiannya.

Tabel 3. 4 Hasil pengujian berdasarkan treshold.

No	Treshold	Jumlah Pengujian	Jumlah wajah yang terdeteksi	Jumlah wajah yang benar	Akurasi (%)
1.	2000	10	9	5	50
2.	1000	10	9	6	60
3.	500	10	7	8	80
4.	200	10	0	0	0

Berdasarkan hasil pengujian sistem didapatkan bahwa sistem dapat mengenali wajah pengguna pada threshold 2000, 1000 dan 500. Sistem ini dapat mengenali hasil pengenalan jika nilainya dibawah *threshold*. Pada *treshold* 2.000 semua masukan dapat dikenali karena nilai masukan semakin luas dalam mengambil cakupan citra. Namun semakin kecil *threshold*, maka sistem akan menyeleksi nilai citra, semakin kecil *threshold* maka sistem akan meminta data input sesuai dengan data training, dimana pada sistem ini nilai *threshold* yang bagus yaitu pada 500.

**4. Kesimpulan dan Saran**

**4.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakkan pada system, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jarak optimal antara wajah dengan perangkat tidak lebih dari 1 meter, untuk mendapatkan hasil yang baik.
2. Pada pengujian sudut kemampuan mengenali wajah optimal pada 0° dan masih dapat mengenali meski tidak optimal pada sudut 30°. Sedangkan pada sudut 40° system sudah tidak dapat mengenali wajah objek karena tidak mendeteksi akan adanya wajah.

**4.2 Saran**

Setelah aplikasi ini berhasil dibangun, masih diperlukan pengembangan kea rah yang lebih baik agar lebih bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

1. Perlu dilakukan analisis selanjutnya menggunakan metode identifikasi wajah lain pada proyek Building Secirity agar didapatkan performansi yang lebih baik.
2. Saat melakukan pengenalan wajah sebaiknya dilakukan pada ruangan dengan kondisi cahaya yang konsisten
3. Jika pengenalan dilakukan dengan jarak yang lebih jauh maka perlu meningkatkan jenis kamera yang digunakan untuk pengenalan

**Daftar Pustaka :**

- [1] Iqbal, Mohammad. Sistem Keamanan Pintu Berbasis Wajah Menggunakan Metode Eigenface dan Template Matching. Bandung : Proyek Akhir Telkom University
- [2] Bayu, Setya. ***Penerapan Face Recognition dengan Metode Eigenface dalam Intelligent Home Security***. Surabaya : ITS
- [3] Abderrahim, E. 2008. *Image and Signal Processing*. Departmen of Mathematis nd Applied Mathematics University of Pretoria.
- [4] Putra Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Indonesia : Andi Publisher
- [5] Nasution, N. M. 2010. Desain Dan Implementasi Sistem Penerjemah Bahasa Isyarat Berbasis Webcam Dengan Metode Linear Discriminant Analysis. Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- [6] Munir, Rinaldi, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik. Informatika Bandung 2004.
- [7] Muntasa, A., & Purnomo M.H. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [8] Gonzales, R.C. dan R.E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Compan, 1992
- [9] Kania Dara Pradini. 111080217. 2012. Pengenalan Wajah Manusia dengan Metode Spectral Eigenface pada Citra Hyper Spectral untuk Verifikasi Identitas Pribadi. IT Telkom
- [10] Arief Trifianto Nurichsan. 1101100100. 2014. *Analisis dan Perancangan Sistem Pengenalan Iris Mata Manusia Berbasis Java*. Telkom University
- [11] Pritish Sachdeva, Schrutik Katchii, “*Paper Review on Raspberry Pi B+*,” Fakultas Elektro dan Komunikasi, Institut Teknologi Xavier, Mumbai, India.
- [12] Whithame D. Reeve, 2013. LWA TV on Raspberry Pi
- [13] K.S. Shilpashree, Lokesha H., Hadimani Shivkumar, “*Implementation Of Image Processing In Raspberry Pi*”, Kalpataru Institute Of Technology, India
- [14] Chandra, Elisabeth Patricia, 2015. ***Implementasi Algoritma Principal Component Analysis Pada Sistem Keamanan Parkir Berbasis Raspberry Pi***. Bandung : Telkom Univeristy