

## ANALISIS DAN SIMULASI SISTEM PENGENALAN WAJAH DENGAN METODE FISHERFACE BERBASIS OUTDOORVIDEO

Nurani Fitriyah<sup>1</sup>, Dr. Ir. Bambang Hidayat<sup>2</sup>, Suci Aulia, ST, MT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Elektro, Telkom University  
nurani.fitriyah@gmail.com

<sup>2</sup>Fakultas Teknik Elektro, Telkom University  
bbhavenir@gmail.com

<sup>3</sup>Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University  
suciaulia@telkomuniversity.ac.id

### Abstract

Facial recognition is currently the most developed biometric system that can identify a specific individual in a digital image by analyzing and comparing pattern. Conventional surveillance video recording does not have capability to recognize people automatically. The design of human face recognition as an added value of surveillance video recordings installed in an open space is an appropriate solution. In the previous experimental using Fisherface in image processing has resulted in 83% accuracy rate. Success of Fisherface methods is reached by combining FLD (Fisher Linear Discriminant) and PCA (Principal Component Analysis). In this paper, Fisherface is implemented for face recognition in outdoor video processing with the duration is more than 7 seconds and have 15 frames per second each video. The experiment used captured video sample frames as train database and video as test database. The classifier which is used in this system are Artificial Neural Network (ANN) using Backpropagation algorithm and also Euclidean Distances a comparison. This experimental result in video processing shows that face recognition method proposed in this paper combined with ANN classifier makes impressive performance improvement proved with high accuracy compared with conventional Eigenface methods.

**Keywords:** Fisherface, Eigenface, Fisher Linear Discriminant, Principal Component Analysis, Artificial Neural Network

### 1. PENDAHULUAN

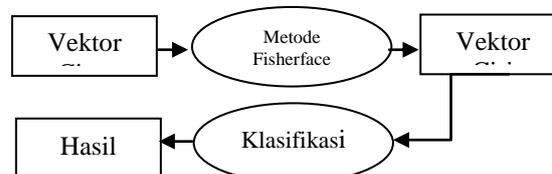
Saat ini pengenalan wajah menjadi daya tarik bagi pengamat computer vision dan peneliti untuk terus mengembangkan sistem ini karena peluang aplikasinya yang luas dalam bidang komersil maupun pemerintahan. Teknologi ini sangat cocok diaplikasikan pada sistem pengawasan, terutama video pengawasan.

Saat ini sudah banyak penelitian untuk mencari metode yang baik pada sistem pengenalan wajah. Berbagai metode telah banyak diteliti untuk sistem ini. Metode yang umum digunakan adalah PCA (*Principal Component Analysis*). Walaupun PCA merupakan teknik yang terkenal dalam pengenalan citra, ternyata PCA menghadapi permasalahan dalam menghadapi database yang sangat besar, dimana waktu proses dari pengenalan menjadi lama dan akurasi menjadi menurun dengan cepat apabila jumlah

data semakin bertambah banyak (Li, S.Z., Hou, X.W., Zhang, H.J., Cheng, Q.S. 2001).

Untuk mengatasi kelemahan metode PCA tersebut, maka pada tahun 1977, Peter N. Belhumeur, Joao P. Hespanha dan David J. Kriegmen telah mengembangkan suatu metode baru yang dinamakan metode *Fisherface*. Metode ini merupakan gabungan dari metode PCA dengan *Fisher's Linear Discriminant (FLD)* yang merupakan pengembangan dari metode LDA (*Linear Discriminant Analysis*).

Gambar dibawah ini merupakan posisi metode Fisherface pada sistem pengenalan wajah berbasis video outdoor.



**Gambar 1.** posisi metode *Fisherface* pada sistem

Klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu membandingkan antara klasifikasi Euclidean Distance dan Jaringan Syaraf Tiruan.

## 2. KAJIAN LITERATUR

Pada dasarnya pengenalan wajah membutuhkan memori yang banyak dan perhitungan yang kompleks. Reduksi komponen atau fitur wajah untuk mengurangi memori yang dibutuhkan dan waktu komputasi. Ada dua cara yang digunakan yaitu pemilihan fitur (*feature selection*) dan ekstraksi fitur (*feature extraction*).

Terdapat dua jenis karakteristik yang disebut sebagai fitur dari citra:

- Bagian global dari suatu citra
- Bagian khusus dari suatu citra

Pada tahun 1997 berkembang penggunaan *Fisherface* yang merupakan pengembangan dari metode yang ada sebelumnya yaitu PCA dan LDA. *Fisherface* mengkombinasikan *Eigenface* dengan *Linear Discriminant Analysis (LDA)*. Dimensi dari masukan direduksi dengan PCA dan kemudian LDA digunakan untuk menghasilkan proyeksi yang memisahkan wajah dari bermacam macam orang.[2]

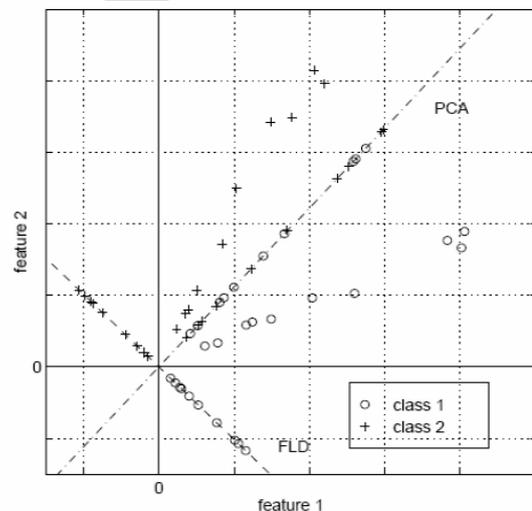
Penelitian pengenalan wajah di ruang terbuka berbasis video pernah dilakukan memiliki tingkat akurasi 40% dengan menggunakan metode ICA (*Independent Component Analysis*)[3]. Pada penelitian tersebut diungkapkan bahwa ICA adalah sebuah teknik pemrosesan sinyal untuk menemukan faktor faktor atau komponen tersembunyi yang membentuk sekumpulan variabel random (hasil dari pengukuran sinyal atau secara umum data). Penelitian[4] tentang pengenalan wajah pada citra dengan menggunakan metode PCA yang digunakan untuk mereduksi dimensi untuk menghasilkan vector basis orthogonal yang disebut *eigenface* dan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sebuah penelitian yang memerlukan banyak training data dan memiliki akurasi 60%. Penelitian serupa [5] dengan input berupa citra memiliki akurasi yang cukup tinggi yaitu 83% menunjukkan bahwa performansi metode *Fisherface* cukup baik untuk diimplementasikan pada sistem pengenalan wajah.

### 2.1 Fisherface

Metode *Fisherface* merupakan gabungan antara metode pengelompokan pola dengan menggunakan PCA (*Principal Component Analysis*) dan LDA (*Linear Diskriminant Analysis*). LDA yang dipakai adalah perkembangannya yaitu FLD (*Fishers Linear Discriminant*) yang merupakan salah satu contoh metode class specific.

Prinsip dasar metode *Fisherface* ini yaitu memperbesar rasio jarak antar kelas terhadap jarak intra kelas dari vektor ciri yang merupakan dasar dari metode LDA dan mereduksi dimensi yang didapat dari perhitungan PCA. Semakin besar rasio antar kelas, vektor ciri yang dihasilkan semakin tidak sensitif terhadap perubahan ekspresi maupun perubahan pencahayaan, sehingga dapat menghasilkan klasifikasi yang lebih baik[1]. Metode *Fisherface* memanfaatkan kedua metode pengelompokan pola tersebut dengan tujuan untuk memaksimalkan rasio penyebaran pola antar kelas dan juga pola penyebaran di dalam kelas itu sendiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa *Fisherface* lebih baik dari PCA atau LDA sendiri dikarenakan Semakin besar rasio, vektor ciri yang dihasilkan semakin tidak sensitif terhadap perubahan ekspresi maupun perubahan pencahayaan, sehingga dapat menghasilkan klasifikasi yang lebih baik

Contoh PCA dan FLD adalah sebagai berikut:



**Gambar 2** Perbandingan metode PCA dan LDA (Belhumeur *et al*, 1997)

Pada gambar diatas terlihat bahwa PCA menyebabkan kedua kelas saling bercampur, sedangkan LDA membuat kelas tersebut terpisah. PCA menghasilkan *total-*

scatter yang besar dan LDA menghasilkan *between-class scatter* yang lebih besar (Belhumeur *et al*, 1997).

### 2.2 Euclidean Distance

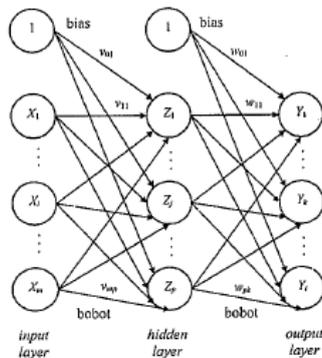
Euclidean Distance adalah *classifier* yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor. Jika jarak antara 2 citra nilainya besar, maka dapat disimpulkan bahwa kedua citra tersebut tidak mirip, sedangkan jika jarak antara 2 citra kecil, maka citra tersebut dapat dikatakan mirip. Persamaan dari jarak euclidean distance adalah sebagai berikut.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{n=1}^k (x_{ik} - x_{jk})^2} \dots\dots\dots(1)$$

### 2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Metode JST ini dilakukan berdasarkan tanggapan suatu neuron jaringan pengolah sinyal terhadap stimulus masukan (pola) dan membentuk generalisasi pola tersebut. Pengetahuan disimpan dalam bobot. Pengenalan pola dengan JST dapat dilatih dan beradaptasi. JST dapat membentuk daerah keputusan rumit dengan jumlah neuron secukupnya.

Pada model ini proses pelatihan dilakukan melalui dua tahap, yaitu propagasi maju (*feedforward*) dan propagasi balik (*backward*). *Feedward* dicari dengan mempropagasikan input sampai ke layer output. Dilakukan *backward* untuk melakukan pemodifikasian bobot, berdasarkan error yang didapat dengan membandingkan keluaran target. Perulangan tersebut akan dihentikan apabila syarat penghentian perulangan telah terpenuhi[6].

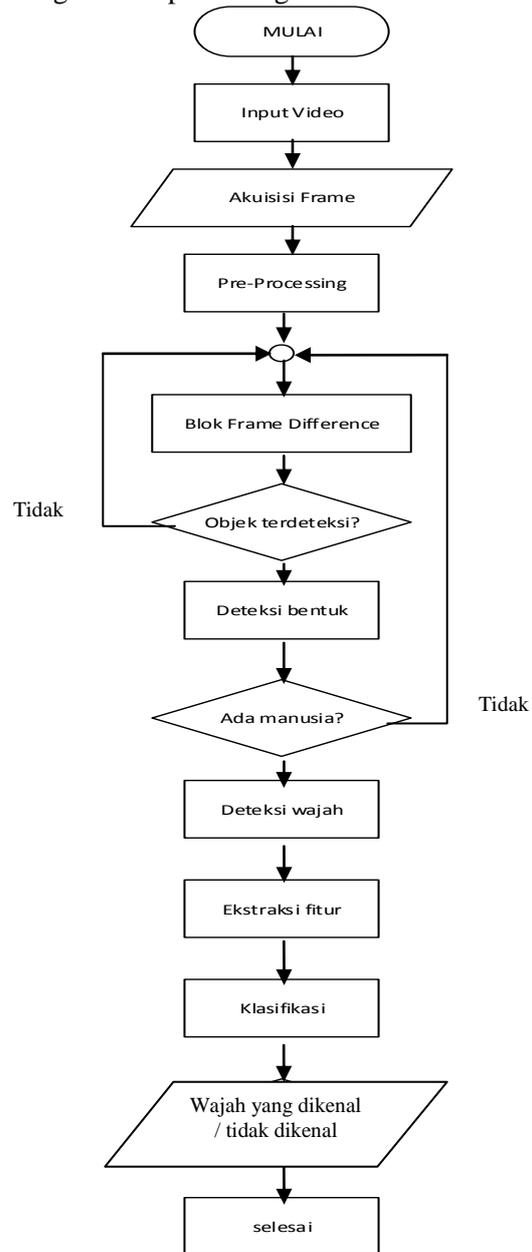


**Gambar 3.** Arsitektur JST Backpropagation (Fauset,1994)

### 3. METODE PENELITIAN

Sistem pengenalan wajah manusia dilakukan melalui beberapa tahap sebelum mendapatkan output database yang diinginkan. Input sebuah video diubah menjadi kumpulan frame dan kumpulan frame inilah yang kemudian diproses lebih lanjut untuk kemudian dijadikan train database.

Secara umum sistem ini terdiri dari beberapa tahap diantaranya pengambilan data video, pengolahan citra, ekstraksi fitur, klasifikasi dan evaluasi sistem. Berikut ini diagram alir perancangan sistem



**Gambar 4.** Diagram alir sistem pengenalan wajah

Pada sistem ini dibagi menjadi 3 tahapan pengenalan wajah, yaitu:

### 1. Tahap Input

Pada tahap ini, proses pengambilan video dilakukan di ruang terbuka dan mempunyai resolusi 640x480 piksel berjenis RGB yang telah diambil sebelum proses perancangan pengenalan wajah. Pada penelitian ini diambil 15 Video dengan 105 database. Video yang diambil memiliki *frame rate* 15 fps. Pengujian Video dilakukan ketika manusia menghadap kamera ketika berjalan lurus menghadap depan, kiri dan kanan.



**Gambar 5.** Cuplikan Video yang berbentuk *frame*

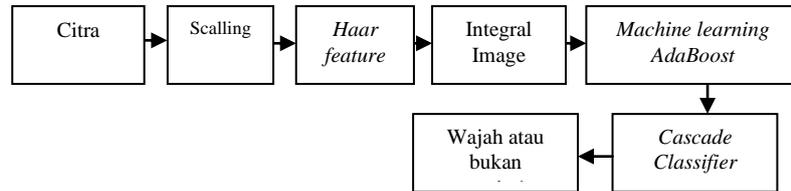
Sistem dimulai dengan akuisisi *frame* yang kemudian dilanjutkan dengan preprocessing grayscale. Setelah preprocessing dilanjutkan dengan deteksi bentuk manusia. Pendeteksian manusia dilakukan dengan menggunakan *frame difference* yang mendeteksi adanya gerakan. Jika tidak terdeteksi adanya gerakan maka sistem kembali ke proses akuisisi *frame* video. Jika kemudian terdeteksi terdeteksi adanya gerakan maka

sistem melanjutkan proses untuk mendeteksi wajah dengan menggunakan algoritma Viola Jones.



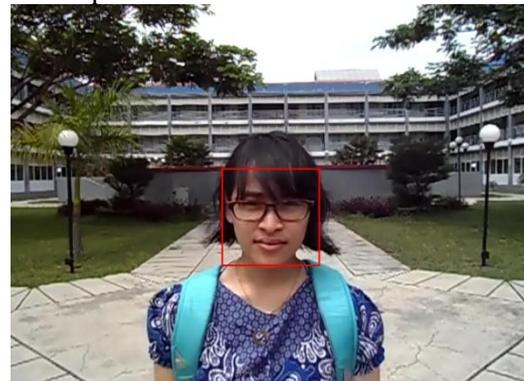
**Gambar 6.** Citra RGB, Citra grayscale, Citra black and white

Setelah mendapatkan bentuk manusia, maka langkah selanjutnya adalah pendeteksian wajah. Objek wajah dicari dengan menggunakan metode Viola-Jones yang sering disebut sebagai algoritma *Haar Cascade Classifier*.



**Gambar 7.** Diagram alir Deteksi Wajah

Saat dideteksi adanya wajah, maka sistem akan membuat Bonding Box berwarna merah yang kemudian citra wajah tersebut akan disimpan untuk masuk proses ekstraksi fitur.



**Gambar 8.** Salah satu frames saat terdeteksi wajah

### 2. Tahap Ekstraksi Fitur

Pada penelitian ini digunakan ekstraksi fitur *Fisherface*. Dimana metode ini merupakan gabungan metode PCA dan FLD. Ekstraksi fitur ini menghasilkan fitur latih yang kemudian menjadi database dan fitur uji yang diujikan untuk menguji apakah wajah dikenali berdasarkan pada database. Adapun langkah langkah metode *Fisherface* adalah sebagai berikut.

1. Mencari nilai *Eigenface* (dengan metode PCA) yaitu Fitur yang signifikan yang merupakan komponen prinsip dari kumpulan wajah dalam database. *Eigenface* didapat dari *eigenvector* matrik kovarian dari himpunan citra dalam *database*. *Eigenvektor* ini merupakan fitur yang menggambarkan variansi antara citra wajah. Tahapan Tahapan dalam

mengambil fitur dengan metode ini adalah[7]

Tahapan Tahapan dalam mengambil fitur dengan metode PCA ini adalah sebagai berikut[7]:

- Menghitung nilai rata rata citra

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k \quad (1)$$

- Menghitung matriks kovarian citra

$$C = \sum_{k=1}^n (x_k - \mu)(x_k - \mu)^T \quad (2)$$

- Menghitung *eigenvalue* dan *eigenvector* PCA

$$Cu_n = \lambda_n u_n \quad (3)$$

Keterangan

$u$  = *eigenvector*

$\lambda$  = *eigenvalue*

- Mengurutkan nilai eigen dari terbesar hingga kecil dan mengeliminasi nilai eigenvalue yang kecil
- Menentukan nilai eigenface yang akan diambil

$$\frac{\sum_{i=1}^M \mu_i}{\sum_{i=1}^M \mu_k} = A \quad (4)$$

2. Digunakan *Eigenvector* PCA yang sudah didapat untuk ekstraksi fitur dan kemudian ditransformasikan ke analisis diskriminan linear. Tahapan untuk mengambil fitur yaitu:

- Menghitung nilai rata-rata citra dalam tiap kelas

$$\mu_k = \frac{1}{N_k} \sum_{m=1}^{N_k} x_{k_m} \quad (5)$$

- Menghitung kovarian citra antar kelas

$$S_B = \sum_{k=1}^c N_k (\mu_k - \mu)(\mu_k - \mu)^T \quad (6)$$

- Menghitung kovarian citra dalam kelas

$$S_W = \sum_{k=1}^c \sum_{x \in X_k} N_k (x_k - \mu_k)(x_k - \mu_k)^T \quad (7)$$

- Menghitung *eigenvalue* dan *eigenvector* LDA

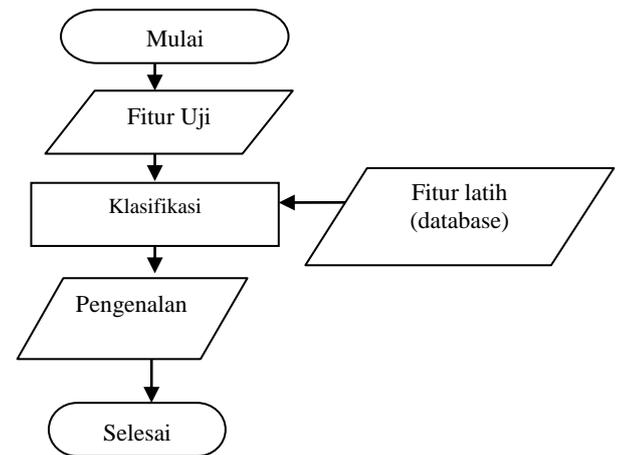
$$S_B u_i = \lambda_i S_W u_i \quad (8)$$

- Menghitung *eigenvalue* dan *eigenvector* gabungan

$$u_{opt} = u_{PCA} u_{LDA} \quad (9)$$

### 3. Tahap Klasifikasi

Setelah mendapatkan fitur uji dan fitur latih, maka akan diklasifikasikan untuk mendapatkan kelas pengenalan yang sesuai. Pada paper ini dibandingkan 2 klasifikasi yaitu klasifikasi menggunakan JST dan klasifikasi menggunakan Euclidean distance. Berikut diagram alir tahap klasifikasi.



### 4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian performansi system dilakukan dengan cara membandingkan tingkat akurasi dan waktu komputasi metode fisherface dengan membandingkan klasifikasi JST dan *Euclidean distance*.

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh system untuk melakukan proses.

4.1 Performansi Fisherface menggunakan klasifikasi *Euclidean distance*.

4.1.1 Pengujian saat manusia berjalan lurus menghadap kamera

Video	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Video 1	83.33%	0.0314
Video 2	40%	0.0378
Video 3	100%	0.0581
Video 4	77.78%	0.0266
Video 5	55.56%	0.0316
Rata-rata	71.33%	0.0371

#### 4.1.2 Pengujian saat manusia berjalan miring ke kanan

Video	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Video 1	73.33%	0.0856
Video 2	100.00%	0.0317
Video 3	70.00%	0.303
Video 4	73.33%	0.039
Video 5	76.67%	0.0294
Rata-rata	78.67%	0.09774

#### 4.1.3 Pengujian saat manusia berjalan miring ke kiri

Video	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Video 1	0%	0.0452
Video 2	80.00%	0.0416
Video 3	20%	0.0369
Video 4	90%	0.0389
Video 5	86.67%	0.0691
Rata-rata	55.33%	0.04634

Sehingga untuk performansi Fisherface menggunakan klasifikasi Euclidean Distance dapat disimpulkan dengan table sebagai berikut:

Pengujian	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Pengujian 1	71.33%	0.0371
Pengujian 2	55.33%	0.04634
Pengujian 3	78.67%	0.09774
Rata-rata	68.45%	0.060393333

Klasifikasi ini merupakan klasifikasi sederhana yang prinsipnya akan mencari jarak terpendek. Klasifikasi ini memiliki waktu komputasi yang singkat namun akurasi tak cukup baik.

4.2 Performansi *Fisherface* menggunakan klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan. Pada penelitian ini dipakai Hidden neuron sebanyak 30.

#### 4.2.1 Pengujian saat manusia berjalan lurus menghadap kamera

Video	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Video 1	100%	0.4366
Video 2	73.33%	0.42473
Video 3	100%	0.3809
Video 4	80%	0.3629
Video 5	100%	0.44033
Rata-rata	90.66%	0.409092

#### 4.2.2 Pengujian saat manusia berjalan miring ke kanan

Video	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Video 1	76.67%	0.5304
Video 2	90%	0.5167
Video 3	86.67%	0.5099
Video 4	83.30%	0.5176
Video 5	100%	0.52684
Rata-rata	87.33%	0.520288

#### 4.2.3 Pengujian saat manusia berjalan miring ke kiri

Video	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Video 1	93.33%	0.5174
Video 2	73.33%	0.5322
Video 3	80%	0.5319
Video 4	76.67%	0.5192
Video 5	90%	0.5101
Rata-rata	82.67%	0.52216

Sehingga untuk performansi *Fisherface* menggunakan klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan dapat disimpulkan dengan table sebagai berikut:

Pengujian	Akurasi	Waktu Komputasi(s)
Pengujian 1	91%	0.409092
Pengujian 2	87.33%	0.520288
Pengujian 3	83%	0.52216
Rata-rata	86.89%	0.483846667

Klasifikasi ini memiliki waktu akurasi lebih besar dari euclidean distance, Namun klasifikasi ini memiliki akurasi yang baik

## 5. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini metode *Fisherface* sangat efektif untuk sistem pengenalan wajah dikarenakan dia merupakan gabungan 2 metode yaitu metode PCA dan FLD. Metode ini akan memperbesar rasio jarak antar kelas terhadap jarak intra kelas dari vektor ciri mereduksi dimensi. Dengan kata lain *Fisherface* memperkecil jarak dalam kelas yang sama namun akan memperbesar jarak antar kelas yang berbeda. Akurasi dalam penelitian ini lebih baik dibanding penelitian sebelumnya menggunakan metode ICA ataupun PCA.

Disamping metode yang digunakan, klasifikasi juga merupakan hal penting yang harus diperhatikan. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan yang memiliki tingkat akurasi 87% lebih baik dibandingkan menggunakan klasifikasi *Euclidean Distance* yang memiliki akurasi 68.45%.

Sistem pengenalan wajah ini akan memiliki tingkat akurasi yang lebih baik lagi dengan melalui tahap *preprocessing* yang lebih baik lagi .

## 6. REFERENSI

- [1]. Belhumeur, P.N., J.P. Hespanha, and Kriegman, D.J., *Eigenfaces vs Fisherfaces : Recognition Using Class Specific Linear Projection*, IEEE Transactions on Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 7, July 1997
- [2]. Viola, P., Jones, M. J., "Rapid Object Detection Using A Boosted Cascade of Simple Features", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Jauai, Hawaii, 2001
- [3]. Pramesti Festa Perdananti.2013. *Implementasi Algoritma Pengenalan Wajah pada Video Pengawasan untuk Ruang Terbuka*, Universitas Telkom, Bandung
- [4] Jannah, Miftahul.2012."Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation dengan metode Eigenface PCA". Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.repository.upi.edu
- [5]. Ardiyanto, Febrian. 2007. *Sistem Pengenalan Wajah Berbasis Metode Fisherface*. Bandung. Institut Teknologi Bandung
- [6]. Siang, Jong Jek (2005), *Jaringan Syarat Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*. Penerbit Andi
- [7]. M.Turk, A Pentland (1991). *Eigenfaces for Recognition*. Journal of Cognitive Neuroscience Vol 3, No 1.71-86