

# KAMERA PENGAWAS BERBASIS DETEKSI POLA WAJAH MENGGUNAKAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS* (PCA) DAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN)

## *CAMERA SURVEILLANCE BASED ON FACE PATTERN RECOGNITION USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)*

Muhammad Dwi Cahyo<sup>1</sup>, Sony Sumaryo<sup>2</sup>, R. Yunendah Nur<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, <sup>3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
<sup>1</sup>mdwicahyo.social@gmail.com, <sup>2</sup>sony.sumaryo@yahoo.co.id, <sup>3</sup>yunendah@telkomuniversity.ac.id.

### Abstrak

Kamera CCTV yang dilengkapi dengan fitur *face recognition* merupakan kamera yang terintegrasi dengan sistem pengolahan citra untuk melakukan *face recognition* pada gambar yang ditangkap oleh kamera. Citra atau gambar yang berbentuk *frame by frame* dari hasil video kamera *webcam C525 HD*. Hasil proses pengolahan citra selanjutnya dibandingkan dengan data citra yang terdapat pada *database*. Hal ini bertujuan untuk melakukan *monitoring security system* di rumah. Citra ini berfungsi sebagai input yang selanjutnya diproses dalam komputer menggunakan *software Matlab*. Teknik *face recognition* yang digunakan dalam Tugas akhir ini menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dalam melakukan proses ekstraksi fitur gambar dan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam melakukan klasifikasi hasil ekstraksi fitur. Hasil dari proses klasifikasi tersebut akan digunakan untuk memberikan notifikasi/*alarm* pada pemilik rumah jika terdapat orang asing yang memasuki area rumah. Peringatan yang disampaikan pada pemilik rumah dilakukan via kabel UTP (Ethernet) pada perangkat komputer. Implementasi sistem *monitoring* keamanan menggunakan kamera dengan fitur *face recognition* ini diharapkan mampu meminimalisir kejahatan kepemilikan di area rumah dan perkantoran.

Kata kunci : *CCTV, Face Recognition, PCA, ANN*

### Abstract

*CCTV camera with face recognition feature is a camera who integrated with image processing system to recognize face on images captured by the camera. The image will be captured frame by frame from a webcam Logitech C525 HD. The results of image processing will be compared with image data which contained in the database. This is intended to monitor the security system at home. Images as an input will be processed in the computer using Matlab software. Face recognition technique used in this final project is Principal Component Analysis (PCA) method in performing feature extraction process and using Artificial Neural Network (ANN) in classification of feature extraction results. The results of the classification process will be used to provide a notification/alarm to the homeowner if there are strangers trespassing the home area. Warnings sign will be delivered via UTP cable (Ethernet) to homeowners on a computer device. Implementation of security monitoring system using a camera with face recognition feature is expected to minimize crimes of ownership in the area of houses and offices.*

Keywords : *CCTV, Face Recognition, PCA, ANN*

## 1 Pendahuluan

Dari data yang disajikan pada Statistik Kriminal Tahun 2016 menunjukkan tingkat kriminalitas masih tinggi utamanya pada kejahatan terhadap hak milik dengan jumlah kejadian sebanyak 114.013 [1]. Salah satu upaya dalam mengurangi tingkat kriminalitas yakni dengan penggunaan sistem CCTV. CCTV digunakan untuk mengumpulkan informasi dan memantau orang, kejadian serta aktivitas yang berlangsung kemudian operator (manusia) melakukan deteksi ancaman secara manual [2]. Solusi ini belum mampu mengurangi tindak kriminal yang terjadi secara signifikan. Menurut survei yang dilakukan *kompas.com* (3/7/2017) masih ada 10,5 persen responden yang menilai kinerja Polri buruk dan 10,3 persen responden menilai kinerja Polri semakin buruk [3]. Untuk dapat meningkatkan kinerja CCTV diperlukan penambahan fitur *face recognition* yang banyak digunakan di rumah, kantor maupun pabrik [4]. Kamera ini dilengkapi dengan *embedded processing unit* yang mentransfer data hasil keluar dari kamera menuju aplikasi *interface* untuk memberikan notifikasi hasil dalam kasus ini ketika wajah asing terdeteksi [5].

Selama dekade terakhir penggunaan fitur *face recognition* terus dikembangkan [6], hal ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi struktur wajah manusia yang sangat kompleks dan dinamis [7]. Salah satu metode yang digunakan pada fitur *face recognition* adalah *Principal Component Analysis* (PCA) yang merupakan sebuah transformasi linier. Dalam penelitian ini penulis mengaplikasikan algoritma pengenalan pola wajah berdasarkan pada teknik PCA yakni *eigenface*. Hal yang melatar belakangi pemilihan teknik ini disebabkan

oleh banyaknya penggunaan metode PCA pada sistem pengenalan tulisan tangan, pembacaan bibir, pengenalan suara dan pencitraan medis. Selain itu penggunaan metode ini disebabkan implementasi algoritma *eigenface* secara keseluruhan cukup sederhana [8]. Selanjutnya *eigenface* dari masing-masing citra kemudian di ekstraksi dan diklasifikasikan dengan data yang terdapat pada *database* [9]. Metode yang digunakan oleh penulis dalam proses klasifikasi adalah *Artificial Neural Network* (ANN). Penggunaan metode ANN dalam penelitian ini untuk meningkatkan performansi sistem [10].

## 2 Dasar Teori dan Metode

### 2.1 Konsep Pengenalan Pola Wajah

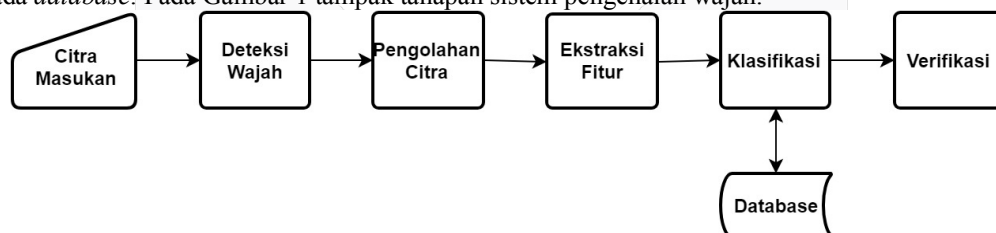
Dalam pengerjaan penelitian ini, penelitian yang dilakukan oleh penulis yakni pengenalan pola wajah. Informasi pola yang didapatkan dari karakteristik wajah individu diantaranya sebagai berikut:

1. *Spasial*, seperti intensitas piksel dan histogram.
2. *Tepi*, seperti arah dan kekuatan.
3. *Kontur*, seperti garis, ellips dan lingkaran.
4. *Wilayah/bentuk*, seperti keliling, luas dan pusat massa.
5. *Hasil Transformasi Fourier*, seperti frekuensi. (Sitorus dkk, 2006)

Informasi dari karakteristik wajah individu tersebut merupakan salah satu pemanfaatan bidang keilmuan biometrik. Biometrik merupakan suatu sistem yang dapat mengenali individu dengan memanfaatkan karakteristik fisiologis dan perilaku dari individu tersebut. Hal ini sangat mungkin dilakukan (*reliable*) karena setiap individu memiliki karakteristik fisiologi dan psikologi yang berbeda-beda [11].

Biometrik berdasarkan jenis karakteristik yang diamati dibagi menjadi dua bagian yakni biometrik fisiologi dan perilaku. Dalam pengerjaan penelitian ini jenis karakteristik biometrik yang digunakan oleh penulis adalah biometrik fisiologi dimana penulis memanfaatkan fisiologis (pola wajah) manusia sebagai dasar identifikasi. Sedangkan menurut prosesnya jenis biometrik dibagi menjadi dua, yakni : biometrik pasif dan aktif. Dalam pengerjaan penelitian ini penulis menggunakan jenis biometrik pasif dimana dalam prosesnya pengguna tidak perlu aktif dalam pengukuran.

Dalam penelitian ini fokus penulis terletak pada proses pengenalan (*recognition*) pola wajah. *Recognition* ini menggunakan sistem biometrik untuk memberikan keputusan identifikasi antara citra yang didapat dengan yang terdapat pada *database*. Pada Gambar 1 tampak tahapan sistem pengenalan wajah.

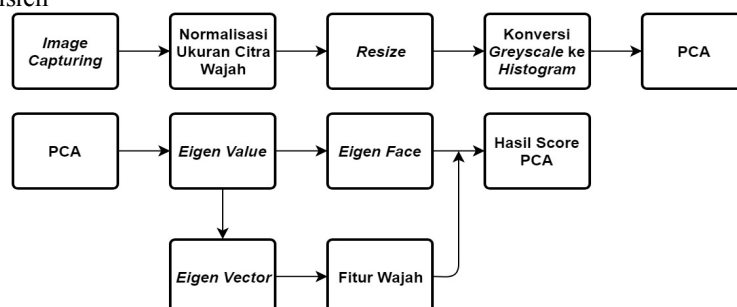


Gambar 1 Tahapan Sistem Pengenalan Wajah [12]

Citra masukan yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini berasal dari Webcam. Pengolahan citra dilakukan untuk menstandarisasi citra agar dapat diolah sesuai dengan tahapan selanjutnya. Deteksi wajah dan ekstraksi fitur dilakukan secara bersamaan yang berfungsi untuk menunjukkan suatu ciri tertentu yang diharapkan. Metode ekstraksi fitur yang digunakan oleh penulis adalah PCA dan metode ANN digunakan dalam proses klasifikasi hasil ekstraksi fitur.

### 2.2 Ektrasi Fitur dengan Metode PCA

PCA adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk pengenalan berdasarkan *appearance based*. PCA ini juga merupakan algoritma reduksi dimensi yang mampu menghasilkan komponen-komponen wajah yaitu *eigenface*. Pemilihan atau seleksi *eigenvector* dilakukan untuk mengetahui *eigenvector* mana yang sesuai dengan kandungan informasi yang lebih tinggi. Jumlah *eigenface* sama dengan jumlah *database*. Citra wajah dapat diperkirakan dengan *eigenface* terbaik (yang memiliki *eigenvalue* terbesar) yang mewakili sebagian besar variasi wajah pada *database*. Dengan pengambilan beberapa komponen prinsip (yang terpenting) ini maka perhitungan *eigenface* menjadi efisien



Gambar 2 Tahapan Proses Kerja Metode PCA

Pada Gambar 2 tampak tahapan proses kerja metode PCA dan cara perhitungan *eigenvector* dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut [8].

1. Pencarian matriks A berukuran N x N dapat dihitung dengan :

$$A \cdot x = \lambda \cdot x \tag{2.1}$$

$\lambda$  dinamakan *eigenvalue* dari matriks A, sedangkan  $x$  merupakan *eigenvector* yang sama dengan scalar ( $\lambda$ ).

2. Pencarian determinan dari matriks A dengan rumus :

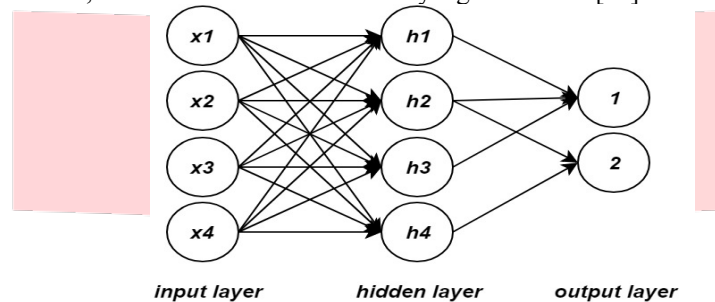
$$|A - \lambda I| = 0 \tag{2.2}$$

3. Setelah nilai *eigenvalue* ditemukan langkah selanjutnya adalah mencari *eigenvector* dengan rumus :

$$A - \lambda I \cdot x = 0 \tag{2.3}$$

### 2.3 Klasifikasi dengan Metode ANN

ANN merupakan sistem klasifikasi yang memiliki karakteristik dengan jaringan syaraf pada otak manusia [13]. Arsitektur jaringan syaraf ini memiliki beberapa lapisan yaitu lapisan *input*, *output* dan lapisan yang berada diantara keduanya yaitu *hidden layer*. Penambahan *node/ hidden layer* ini dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam menyelesaikan masalah, namun akan memakan waktu yang lebih lama [14].



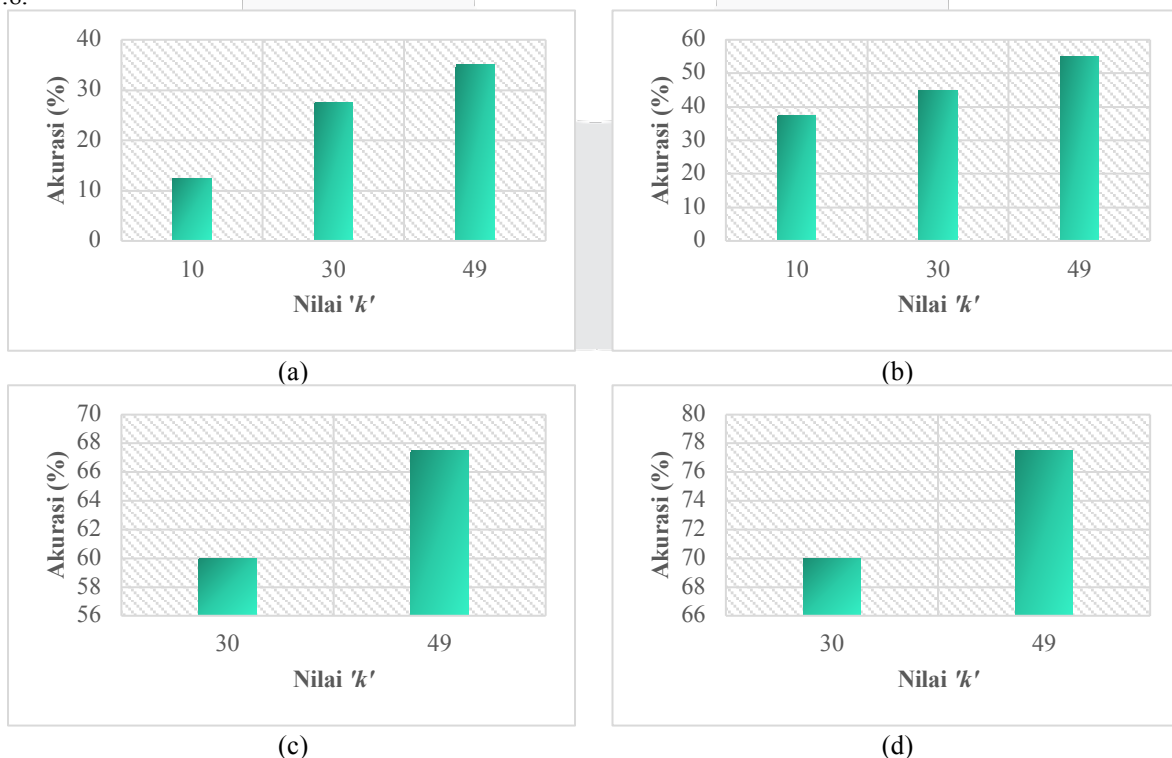
Gambar 3 Arsitektur Metode JST

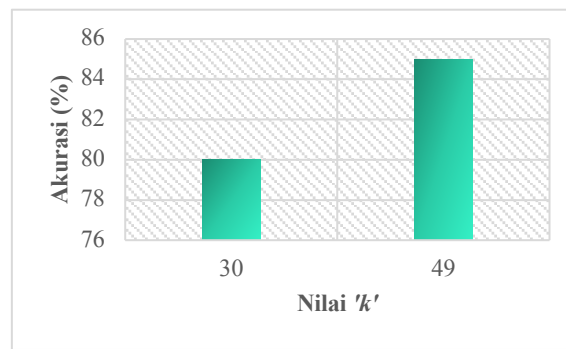
Klasifikasi dengan menggunakan ANN *multilayer* dapat diimplementasikan dengan algoritma *backpropagation* [15]. Algoritma ini memiliki dua fasa utama yaitu propagasi dan perubahan bobot. Propagasi pada algoritma ini dilakukan melalui dua tahap yaitu (1) *forward propagation* yaitu nilai *output* dicari dengan mempropagasikan *input* sampai pada *ouput layer* (2) *backward propagation* yaitu mempropagasikan *output* dengan target berdasarkan *error* untuk melakukan modifikasi bobot [16].

## 3 Hasil dan Analisis

### 3.1 Hasil Pengujian Sistem Penggunaan Variasi Fitur 'k' pada Metode PCA terhadap Hasil Akurasi Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data *input* yang sama yang didapatkan dari tahap *pre-processing* dengan resolusi foto 200 x 200 dengan jumlah total foto sebanyak 50 dengan metode klasifikasi ANN yang menggunakan jumlah *hidden node* sebanyak 5, 10, 15, 25 dan 30 dan total kelas sebanyak 3 serta *threshold* sebesar 0.8.





(e)

Gambar 4 (a)  $H=5$ ,  $k=10,30,49$ ; (b)  $H=10$ ,  $k=10,30,49$ ; (c)  $H=15$ ,  $k=30,49$ ; (d)  $H=25$ ,  $k=30,49$ ; (e)  $H=30$ ,  $k=30,49$

Dari Gambar 4.(a) menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai  $H = 5$  dan variasi nilai  $k = 10$  maka akurasi sistem adalah 12.5%, dengan nilai  $H = 5$  dan nilai  $k = 30$  maka akurasi sistem adalah 27.5%, dan dengan nilai  $H = 5$  dan nilai  $k = 49$  maka akurasi sistem adalah 35%. Sehingga dengan nilai dengan nilai  $H$  yang sama, *performance* sistem yang terbaik adalah dengan nilai  $k$  yang lebih tinggi yaitu 49.

Dari Gambar 4.(b) menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai  $H = 10$  dan variasi nilai  $k = 10$  maka akurasi sistem adalah 37.5%, dengan nilai  $H = 10$  dan nilai  $k = 30$  maka akurasi sistem adalah 45%, dan dengan nilai  $H = 10$  dan nilai  $k = 49$  maka akurasi sistem adalah 55%. Sehingga dengan nilai dengan nilai  $H$  yang sama, *performance* sistem yang terbaik adalah dengan nilai  $k$  yang lebih tinggi yaitu 49.

Dari Gambar 4.(c) menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai  $H = 15$  dan variasi nilai  $k = 30$  maka akurasi sistem adalah 60%, dengan nilai  $H = 15$  dan nilai  $k = 49$  maka akurasi sistem adalah 67.5%. Sehingga dengan nilai dengan nilai  $H$  yang sama, *performance* sistem yang terbaik adalah dengan nilai  $k$  yang lebih tinggi yaitu 49.

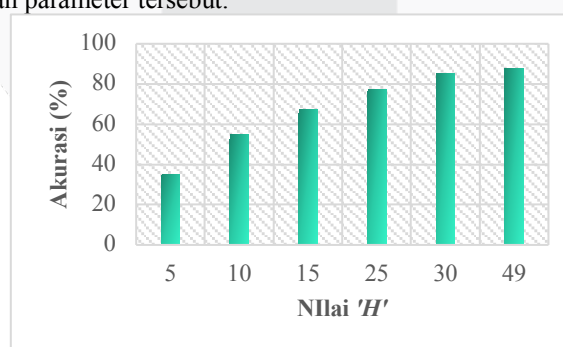
Dari Gambar 4.(d) menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai  $H = 25$  dan variasi nilai  $k = 30$  maka akurasi sistem adalah 70%, dengan nilai  $H = 25$  dan nilai  $k = 49$  maka akurasi sistem adalah 77.5%. Sehingga dengan nilai dengan nilai  $H$  yang sama, *performance* sistem yang terbaik adalah dengan nilai  $k$  yang lebih tinggi yaitu 49.

Dari Gambar 4.(e) menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai  $H = 30$  dan variasi nilai  $k = 30$  maka akurasi sistem adalah 80%, dengan nilai  $H = 30$  dan nilai  $k = 49$  maka akurasi sistem adalah 85%. Sehingga dengan nilai dengan nilai  $H$  yang sama, *performance* sistem yang terbaik adalah dengan nilai  $k$  yaitu 30 dan 49.

Pada Gambar 4.(a), 4.(b), 4.(c), 4.(d) dan 4.(e) menunjukkan bahwa dengan nilai  $H$  yang sama pada masing-masing pengujian, nilai  $k$  yang terbaik adalah nilai  $k$  yang tertinggi yaitu 49. Hal ini disebabkan semakin tinggi nilai  $k$  maka hasil akurasi semakin meningkat karena nilai iterasi yang dilakukan pada saat ekstraksi juga meningkat.

### 3.2 Hasil Pengujian Sistem Penggunaan Variasi Fitur 'H' pada Metode ANN terhadap Hasil Akurasi Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data *input* yang sama yang didapatkan dari tahap *pre-processing* dengan resolusi foto  $200 \times 200$  dengan jumlah total foto sebanyak 50 dengan metode PCA yang menggunakan nilai  $k$  terbaik yaitu 49 serta metode klasifikasi ANN yang menggunakan jumlah *hidden node* sebanyak 5, 10, 15, 25, 30 dan 49 dan total kelas sebanyak 3 serta *threshold* sebesar 0.8. Berikut pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian dengan menggunakan parameter tersebut.

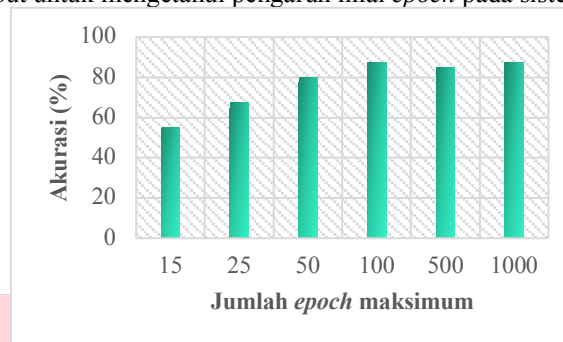


Gambar 5 Pengujian  $H = 5, 10, 15, 25, 30, 49$ ;  $k = 49$

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai  $k = 49$  dan variasi nilai  $H = 5$  maka akurasi sistem adalah 35%, sedangkan dengan nilai  $H = 10$  akurasi sistem yakni 55%, pada nilai  $H = 15$  akurasi sistem adalah 67.5%, pada nilai  $H = 25$  akurasi sistem yaitu 77.5%, dan saat  $H = 30$  maka akurasi sistem adalah 85%, dengan nilai  $k = 49$  dan nilai  $H = 49$  maka akurasi sistem adalah 87.5%. Sehingga dengan nilai dengan nilai  $k$  yang sama, *performance* sistem yang terbaik adalah dengan nilai  $H$  yang lebih tinggi yaitu 49. Hal ini disebabkan semakin tinggi nilai  $H$  maka jumlah proses pembelajaran akan semakin bertambah karena parameter yang berada pada *hidden node* semakin besar yang akan menyebabkan jaringan yang masuk ke *hidden node* semakin banyak.

### 3.3 Hasil Pengujian Sistem Penggunaan Variasi *Epoch* Maksimum pada Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan data *input* yang sama dengan jumlah total foto sebanyak 50 dengan metode PCA yang menggunakan nilai  $k$  terbaik yaitu 49 serta metode klasifikasi ANN yang menggunakan jumlah *hidden node* sebanyak 49 dan total kelas sebanyak 3 serta *threshold* sebesar 0.8. Variasi *epoch* maksimum yang diuji sebesar 15, 25, 50, 100, 500, 1000. Berikut pada Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian dengan menggunakan parameter tersebut untuk mengetahui pengaruh nilai *epoch* pada sistem.

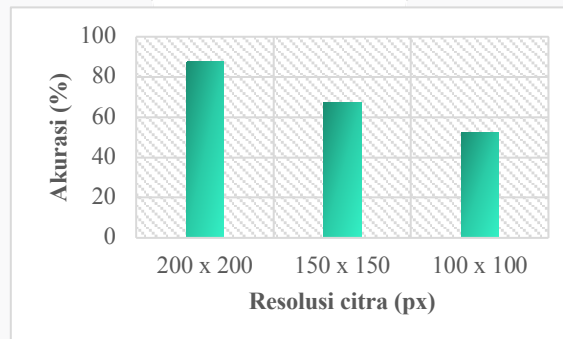


Gambar 6 Pengujian fitur *epoch*

Dari Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai maksimum *epoch* pada metode ANN dapat mempengaruhi nilai akurasi dari kerja sistem. Semakin besar nilai *epoch* maksimum semakin besar pula *range epoch* latih yang dapat diuji, tetapi semakin besar *epoch* latih tidak dapat memberikan hasil yang signifikan terhadap akurasi sistem, dikarenakan hasil akurasi tidak hanya bergantung pada *epoch* maksimum dan *epoch* latih saja, tetapi proses latih bisa berhenti berdasarkan kondisi :  $Epoch > epoch\ maksimum$ ,  $Error < error\ maksimum$ . Dari Gambar 6 akurasi terbaik yakni 87.5% pada nilai *epoch* maksimum 100 dan 1000.

### 3.4 Hasil Pengujian Sistem Penggunaan Variasi Resolusi Foto pada Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data *input* yang sama dengan jumlah total foto sebanyak 50 dengan metode PCA yang menggunakan nilai  $k$  terbaik yaitu 49 serta metode klasifikasi ANN yang menggunakan jumlah *hidden node* sebanyak 49 dan total kelas sebanyak 3 serta *threshold* sebesar 0.8. Berikut pada Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian dengan menggunakan parameter tersebut untuk mengetahui pengaruh nilai resolusi foto pada sistem.



Gambar 7 Pengujian fitur resolusi

Gambar 7 menunjukkan semakin besar resolusi maka nilai akurasi yang didapatkan semakin besar. Pada resolusi gambar  $200 \times 200$  didapatkan akurasi sistem sebesar 87.5%. Sedangkan pada resolusi gambar  $150 \times 150$  didapatkan akurasi sistem sebesar 67.5% dan pada resolusi gambar  $100 \times 100$  akurasi pada sistem yaitu 52.5%. Hal ini disebabkan oleh semakin kecil nya dimensi yang akan masuk dan di ekstraksi maka semakin kecil pula *figure* yang di dapat dalam suatu citra.

### 3.5 Hasil Pengujian Integrasi Sistem

Sub-bab ini bertujuan untuk menjabarkan hasil pengujian seluruh bagian sistem *face recognition* yang terintegrasi. *Input* dari pengujian ini adalah hasil gambar dari *webcamera* dan data *output* yang diharapkan adalah hasil deteksi terhadap obyek untuk menunjukkan orang yang dikenali atau orang asing. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan data latih yang terdapat pada *database* sebagai berikut.









Aprizal Ilham Cahyo

Gambar 7 Data latih pada *database*



Pada pengujian ini nilai parameter  $k$  dalam metode PCA yang digunakan yaitu 49 serta metode klasifikasi ANN yang menggunakan jumlah *hidden node* sebanyak 49 dan total kelas sebanyak 3, *threshold* sebesar 0.8 dan resolusi gambar sebesar  $200 \times 200$ .

Tabel 1 Pengujian peformansi pada sistem terintegrasi

No	Data Uji	Score (0-1)			Terdeteksi	Status
		Aprizal	Ilham	Cahyo		
1		0.993235	0.98214	0.008764	Aprizal	Benar
2		0.8804	0.84156	0.012109	Aprizal	Benar
3		0.994896	0.55834	0.95912	Aprizal	Benar
4		0.84056	0.23187	0.75346	Aprizal	Benar
5		0.21708	0.89514	0.18787	Ilham	Benar
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
40		0.014504	0.74466	0.011173	Undetected	Benar
Total Akurasi :						87.5%

Dengan menggunakan *database* seperti tampak pada Gambar 8 hasil peformansi sistem ditunjukkan pada Tabel 1 menunjukkan nilai akurasi sistem *face recognition* pada kamera pengawas sebesar 87.5%.

#### 4 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem *face recognition* pada kamera pengawas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan metode PCA dalam sistem *face recognition* pada kamera pengawas dapat diimplementasikan dengan menggunakan *software* Matlab. Salah satu parameter yang berpengaruh dalam akurasi sistem adalah nilai *eigen value* ' $k$ '. Semakin besar nilai  $k$  maka akurasi yang didapatkan akan semakin besar. Hal ini disebabkan semakin tinggi nilai  $k$  maka hasil akurasi semakin meningkat karena nilai iterasi yang dilakukan pada saat ekstraksi juga meningkat. Hasil dari pengujian analisa nilai  $k$  didapatkan akurasi tertinggi sebesar 85% dengan nilai  $k$  yaitu 49.
2. Penggunaan metode ANN dalam sistem *face recognition* pada kamera pengawas dapat diimplementasikan bersamaan dengan metode PCA menggunakan *software* Matlab. Salah satu parameter yang berpengaruh dalam akurasi sistem dengan metode ANN adalah nilai *hidden node* ' $H$ '. Semakin besar nilai  $H$  maka akurasi yang didapatkan akan semakin besar. Hal ini disebabkan semakin tinggi nilai  $H$  maka jumlah proses pembelajaran akan semakin bertambah karena parameter yang berada pada *hidden node* semakin besar yang akan menyebabkan jaringan yang masuk ke *hidden node* semakin banyak. Hasil dari pengujian analisa nilai  $H$  didapatkan akurasi tertinggi sebesar 87.5% dengan nilai  $H$  yaitu 49. Nilai *epoch* pada metode ANN dapat mempengaruhi akurasi sistem. Semakin besar nilai *epoch* maksimum semakin besar pula *range epoch* latihan

- yang dapat diuji, tetapi semakin besar *epoch* latih tidak dapat memberikan hasil yang signifikan terhadap akurasi sistem, dikarenakan hasil akurasi tidak hanya bergantung *pada epoch* maksimum dan *epoch* latih saja, tetapi proses latih bisa berhenti berdasarkan kondisi :  $Epoch > epoch \text{ maksimum}, Error < error \text{ maksimum}$ .
3. Akurasi yang didapatkan pada sistem *face recognition* kamera pengawas yakni sebesar 87.5% dengan penggunaan nilai  $k = 49$  dalam metode PCA sebagai fitur ekstraksi dan penggunaan nilai  $H = 49$  pada proses klasifikasi dengan menggunakan metode ANN serta dengan menggunakan resolusi  $200 \times 200$ . Nilai resolusi pada gambar mempengaruhi tingkat akurasi, semakin besar nilai resolusi maka tingkat akurasi akan semakin meningkat, dan sebaliknya. Hal ini disebabkan semakin kecil nya dimensi yang akan masuk dan di ekstraksi maka semakin kecil pula *fiture* yang di dapat dalam suatu citra.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Sub Direktorat Statistik Politik dan Keamanan, Statistik Kriminal 2016, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2016.
- [2] K. Harish S, G. Swati R, K. Sonali B and P. Sangmesh, "Smart Video Surveillance," *International Journal Emerging Engineering Research and Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 109-112, January 2015.
- [3] S. Gatra, "Survei "Kompas": Polri Semakin Diapresiasi Publik," Kompas, July 2017. [Online]. Available: <http://nasional.kompas.com/read/2017/07/03/10403051/survei.kompas.polri.semakin.diapresiasi.publik>. [Accessed August 2017].
- [4] A. V, N. and P. A.D, "Smart CCTV Camera Surveillance System," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 5, no. 7, pp. 1012 - 1014, July 2016.
- [5] R. Mosqueron, J. Dubois, M. Mattavelli and D. Mauvilet, "Smart Camera Based on Embedded HW/SW Coprocessor," *EURASIP Journal Embedded Systems*, pp. 1-13, 2008.
- [6] F. Ahmad, A. Najam and Z. Ahmed, "Image-based Face Detection and Recognition: "State of the Art", " *International Journal of Computer Science (IJCSI)*, vol. 9, no. 6, pp. 169-172, 2012.
- [7] M. Slavkovic and D. Jevtic, "Face Recognition Using Eigenface Approach," *Serbian Journal of Electrical Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 121-130, February 2012.
- [8] E. B. Putranto, "Penerapan Metode Eigenface Untuk Pencocokan Wajah dengan Menggunakan Klasifikasi Naive Bayesian," Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2015.
- [9] D. N. Parmar and B. B. Metha, "Face Recognition Methods & Applications.," *International Journal Compu Technology & Applications*, vol. 4, no. 1, pp. 84-86, February 2013.
- [10] H. Zayuman, I. Santoso and R. R. Isnanto, "Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Analisis Komponen Utama (PCA) dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan - Balik," Universitas Diponegoro, Semarang.
- [11] E. A. Sarwoko, "Mekanisme Sistem Identifikasi Biometrik," in *Seminar Nasional SPMIPA*, 2006.
- [12] R. C. P. J. P. & A. R. W. Zhao, "Face Recognitions Literature Survey," *ACM Computing Surveys*, vol. 35, 4, pp. 399-458, 2003.
- [13] B. Ahmad, R. Kumar and M. A. Usmani, "Facial Expression Recognition Using Artificial Neural Network," *International Journal of Engineering Development and Research*, vol. 4, no. 3, pp. 663 - 666, 2016.
- [14] S. Tyagi, "Face Recognition Based on DCT and RBF Neural Network," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 3, no. 12, pp. 12394-12404, December 2015.
- [15] G. R. Sekhar, P. Bhargavi and M. Nandini, "Face Recognition Using Neural Networks," *International Jour of Scientific and Research Publications*, vol. 3, no. 3, pp. 1-5, March 2013.
- [16] S. Tikoo and N. Malik, "Detection of Face using Viola Jones and Recognition using Back Propagation Neu Network," *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 5, no. 5, pp. 288-295, 2016.