

Teodolita

JURNAL ILMU-ILMU TEKNIK

VOL. 14 NO. 1, Juni 2013

- ✦ PERPADUAN ARSITEKTUR JAWA DAN SUNDA
PADA PERMUKIMAN BONOKELING DI BANYUMAS, JAWA TENGAH

*Wita Widyandini
Atik Suprapti
R. Siti Rukayah*
- ✦ APLIKASI STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)
DALAM PENGENDALIAN VARIABILITAS KUAT TEKAN BETON

Iwan Rustendi
- ✦ IDENTIFIKASI WAJAH MENGGUNAKAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS
DENGAN PENAMBAHAN FITUR-FITUR GEOGRAFIS

Kholistianingsih
- ✦ TINJAUAN PELAKSANAAN PEKERJAAN PEMADATAN TANAH
PADA PEKERJAAN JALAN REL

*Dwi Sri Wiyanti
Taufik Dwi Laksono*
- ✦ KEBERHASILAN DETEKSI BERBASIS PENCOCOKAN TEMPLATE
DENGAN PERUBAHAN LOKASI BENDA

Kholistianingsih
- ✦ PENGARUH POLA BAYANGAN TERHADAP SUHU PERMUKAAN
RUANG LUAR DI PERUMAHAN TAMAN CIPTO CIREBON

Eka Widiyananto
- ✦ PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI MIKROKONTROLER
SEBAGAI PENGENDALI DAN PENDETEKSI BANJIR

Priyono Yulianto

UNIVERSITAS WIJAYAKUSUMA PURWOKERTO

Teodolita	Vol. 14	NO. 1	Hlm. 1 - 84	ISSN 1411-1586	Purwokerto Juni 2013
-----------	---------	-------	-------------	-------------------	-------------------------

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

JURNAL TEODOLITA

VOL. 14 NO. 1, Juni 2013

ISSN 1411-1586

DAFTAR ISI

Perpaduan Arsitektur Jawa dan Sunda Pada Permukiman Bonokeling Di Banyumas, Jawa Tengah	1 - 15
<i>Wita Widyandini, Atik Suprapti, R. Siti Rukayah</i>	
Aplikasi Statistical Process Control (SPC) Dalam Pengendalian Variabilitas Kuat Tekan Beton	16 - 35
<i>Iwan Rustendi</i>	
Identifikasi Wajah Menggunakan Principal Component Analysis Dengan Penambahan Fitur-fitur Geografis.....	36 - 45
<i>Kholistianingsih</i>	
Tinjauan Pelaksanaan Pekerjaan pemadatan Tanah Pada Pekerjaan Jalan Rel	46 - 54
<i>Dwi Sri Wiyanti, Taufik Dwi Laksono</i>	
Keberhasilan Deteksi Berbasis Pencocokan <i>Template</i> dengan Perubahan Lokasi Benda.....	55 - 63
<i>Kholistianingsih</i>	
Pengaruh Pola Bayangan Terhadap Suhu Permukaan Ruang Luar Di Perumahan Taman Cipto Cirebon.....	64 - 75
<i>Eka Widiyananto</i>	
Perancangan dan Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengendali Dan Pendeteksi Banjir.....	76 - 84
<i>Priyono Yulianto</i>	

JURNAL TEODOLITA

VOL. 14 NO. 1, Juni 2013

ISSN 1411-1586

HALAMAN REDAKSI

Jurnal Teodolita adalah jurnal ilmiah fakultas teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto yang merupakan wadah informasi berupa hasil penelitian, studi literatur maupun karya ilmiah terkait. Jurnal Teodolita terbit 2 kali setahun pada bulan Juni dan Desember.

Penanggungjawab : Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

Pemimpin Redaksi : Taufik Dwi Laksono, ST MT

Sekretaris : Dwi Sri Wiyanti, ST MT

Bendahara : Basuki, ST MT

Editor : Drs. Susatyo Adhi Pramono, M.Si

Tim Reviewer : Taufik Dwi Laksono, ST MT

Iwan Rustendi, ST MT

Yohana Nursruwening, ST MT

Wita Widyandini, ST MT

Priyono Yulianto, ST MT

Kholistianingsih, ST MT

Alamat Redaksi : Sekretariat Jurnal Teodolita

Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

Karangsalam-Beji Purwokerto

Telp 0281 633629

Email : teodolitaunwiku@yahoo.com

Tim Redaksi berhak untuk memutuskan menyangkut kelayakan tulisan ilmiah yang dikirim oleh penulis. Naskah yang di muat merupakan tanggungjawab penulis sepenuhnya dan tidak berkaitan dengan Tim Redaksi.

IDENTIFIKASI WAJAH MENGGUNAKAN *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS* DENGAN PENAMBAHAN FITUR-FITUR GEOMETRIS

Kholistianingsih

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma

Jl. Beji Karangsalam Purwokerto

Abstrak

Identifikasi wajah merupakan persoalan sosial yang sangat penting. Keakuratan dalam mengidentifikasi semakin diperlukan untuk mengatasi berbagai persoalan kehidupan bermasyarakat. Paper ini mengusulkan identifikasi wajah menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dengan penambahan fitur-fitur geometris untuk menambah ketelitiannya. Prinsip PCA adalah memproyeksikan citra ke dalam ruang eigennya dengan cara mencari eigenvector yang dimiliki setiap citra dan memproyeksikan ke dalam ruang eigen yang didapat tersebut. Fitur-fitur geometris dihasilkan dari pengukuran jarak antar komponen-komponen wajah. Hasil pengukuran diubah menjadi fitur perbandingan jarak dengan membaginya dengan jumlah semua fitur. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini cukup baik untuk diterapkan. Dengan adanya penambahan fitur-fitur geometris, tingkat pengenalan yang diperoleh lebih tinggi dari metode PCA tanpa fitur geometris. Tingkat pengenalan juga menunjukkan kenaikan seiring dengan pertambahan jumlah fitur geometris yang digunakan. Tingkat pengenalan yang diperoleh untuk 3 buah ciri PCA dan 2 buah fitur geometris adalah 88,33%.

Kata Kunci : *Principal Component Analysis*, Fitur Geometris, Tingkat Pengenalan

PENDAHULUAN

Wajah merupakan identitas seseorang yang paling mudah dilihat. Wajah manusia secara umum berbeda satu sama yang lain, kecuali bila merupakan kembar identik. Pada dasarnya setiap wajah mempunyai ciri yang berbeda. Mata manusia mampu membedakan satu orang dengan yang lain terutama bila orang-orang yang sering ditemui, Akan tetapi manusia mempunyai keterbatasan memori.

Salah satu model sistem biometric adalah wajah manusia. Identifikasi wajah sangat diperlukan untuk banyak kebutuhan antara lain Kartu Penduduk Elektronik (E-KTP), Surat Ijin Mengemudi (SIM), sistem absensi, *password* dan lain lain.

Penelitian mengenai pengenalan wajah telah banyak dikembangkan antara lain dengan menggunakan metode *eigenface* [1] Eigenface adalah ciri utama wajah yang diperoleh dengan reduksi matrik citra wajah menggunakan metode *Principal Component Analysis*. Metode ini dapat digunakan sebagai sistem pengenalan wajah dengan membatasi citra input berupa citra dengan posisi wajah tegak lurus ke depan dengan sedikit perubahan ekspresi wajah. Penelitian yang lain [2] menggunakan metode geometris untuk ekstraksi

cirinya. Paper ini mencoba menelaah fitur-fitur geometris yang akurat dan mengaplikasikannya dalam sebuah sistem pengenalan wajah. Fitur yang paling baik adalah fitur yang dapat mencirikan seseorang dengan jumlah yang sedikit. Metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah dengan pengukuran jarak antar komponen-komponen wajah. Hasil pengukuran diubah menjadi fitur perbandingan jarak dengan membaginya dengan jumlah semua fitur. Paper ini menyimpulkan bahwa dengan empat buah fitur geometris sudah mampu mengenali wajah seseorang. Fitur terbaik adalah jarak ujung mata kiri dalam ke ujung kanan garis bawah hidung dan fitur terburuk adalah jarak ujung mata kiri luar ke ujung kanan garis bawah hidung.

Pada paper ini diusulkan untuk menggabungkan kedua system diatas yaitu sebuah sistem pengenalan wajah menggunakan *Principal Component Analysis* dengan menambahkan fitur-fitur geometris. Dengan metode ini diharapkan akan diharapkan akan menghasilkan nilai tingkat pengenalan yang lebih baik.

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Principal Component Analysis (PCA), atau disebut juga Transformasi Hotelling atau Transformasi Karhunen Loeve adalah suatu teknik untuk mengurangi dimensi sebuah ruang yang direpresentasikan oleh variabel statistik (x_1, x_2, \dots, x_k) , dimana variabel tersebut biasanya saling berkorelasi satu dengan yang lain. Pertanyaan kemudian timbul akibat konsekuensi di atas, apakah terdapat sebuah himpunan variabel baru yang memiliki sifat yang relatif sama dengan variabel sebelumnya dimana dikehendaki himpunan variabel baru tersebut memiliki jumlah variabel (dimensi) yang lebih sedikit dari variabel sebelumnya [3].

Principal Component Analysis banyak digunakan untuk memproyeksikan atau mengubah suatu kumpulan data berukuran besar menjadi bentuk representasi data lain dengan ukuran yang lebih kecil. Prinsip PCA adalah memproyeksikan citra ke dalam ruang eigennya dengan cara mencari eigenvector yang dimiliki setiap citra dan memproyeksikan ke dalam ruang eigen yang didapat tersebut [4]. Besar ruang eigen tergantung dari jumlah citra yang referensi yang dimiliki.

Nilai *Eigenvalue* dari sebuah matriks bujursangkar merupakan polinomial karakteristik dari matriks tersebut. Jika λ adalah *eigenvalue* dari A maka akan ekuivalen dengan persamaan linier $(A - \lambda I) x = 0$ (dimana I adalah matriks identitas) yang memiliki

pemecahan *non-zero* x (suatu *eigenvector*), sehingga akan *ekuivalen* dengan *determinan* seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1.

$$\det(A - \lambda I) = 0 \tag{1}$$

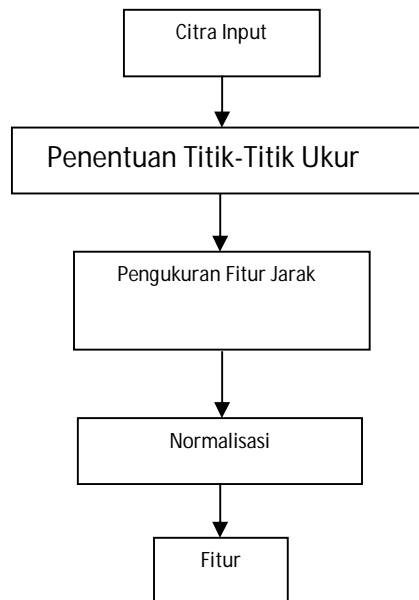
Fungsi $p(\lambda) = \det(A - \lambda I)$ adalah sebuah *polynomial* dalam λ karena *determinan* dihitung dengan *sum of product*. Semua *eigenvalue* dari suatu matriks A dapat dihitung dengan menyelesaikan persamaan $pA(\lambda) = 0$. Jika A adalah matriks ukuran $n \times n$, maka pA memiliki derajat n dan A akan memiliki paling banyak n buah *eigenvalue*.

Jika *eigenvalue* λ diketahui, *eigenvector* dapat dicari dengan menyelesaikan persamaan 2 [5]:

$$(A - \lambda I)X = 0 \tag{2}$$

FITUR-FITUR GEOMETRIS

Ekstraksi fitur merupakan proses untuk memperoleh data fitur dari sebuah citra wajah. Algoritma ekstraksi fitur ditunjukkan pada Gbr.1, yaitu masukan berupa citra input, dan terdiri dari proses-proses penentuan titik-titik ukur, penentuan fitur jarak, penentuan jumlah fitur yang digunakan, normalisasi dan keluaran yang diperoleh adalah fitur-fitur dari citra input.



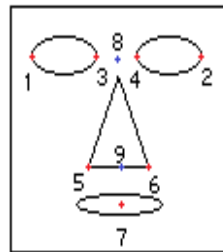
Gbr. 1 Diagram alir proses ekstraksi fitur

A. Citra Input

Citra input yang digunakan adalah citra wajah yang tegak lurus menghadap depan. Pada Citra input dilakukan proses pra-olah yang dilakukan adalah *cropping* untuk mendapatkan daerah wajah yang berisi mata, hidung dan mulut, dan pengubahan citra menjadi citra keabuan. Proses pra-olah ini dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah menentukan titik-titik pengukuran.

B. Penentuan Titik-Titik Ukur

Diagram alir pada Gbr. 1, langkah satu adalah penentuan titik-titik ukur yang merupakan proses menemukan titik-titik koordinat pada wajah sebagai ujung-ujung dari pengukuran jarak fitur wajah. Titik-titik ukur tersebut ditunjukkan pada Gbr.2, yaitu terdapat sembilan buah titik pada wajah yang harus ditemukan sesuai dengan definisi setiap titik .



Gbr. 2 **Titik-titik acuan pengukuran fitur wajah**

Untuk menemukan titik-titik ukur tersebut dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Menemukan lokasi komponen-komponen wajah yaitu mata kiri, mata kanan, hidung, dan mulut.

Untuk menemukan lokasi komponen-komponen wajah, digunakan metode *template matching*. *Template* yang digunakan adalah setiap komponen yang dicari, dan *template* dicocokkan dengan bagian dari wajah yang berisi komponen tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengurangi beban komputasi, mempercepat pencarian, dan mengurangi kesalahan deteksi.

2) Menentukan posisi titik-titik ukur dari lokasi-lokasi komponen wajah yang telah terdeteksi pada langkah pertama.

C. Pengukuran Fitur Jarak

Pengukuran fitur jarak dilakukan dengan persamaan 3, F_i adalah fitur ke- i , (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) adalah titik-titik koordinat yang dihitung jaraknya.

$$F_i = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (3)$$

D. Normalisasi

Fitur jarak hasil pengukuran pada langkah B, dinormalisasi dengan persamaan 4. Tujuan normalisasi adalah untuk menghilangkan pengaruh perbedaan ukuran citra objek. Nilai fitur hasil normalisasi berada pada interval 0 – 1.

$$f_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i} \quad (4)$$

Pada persamaan 4, f_i adalah fitur ternormalisasi ke- i atau selanjutnya disebut fitur perbandingan jarak ke- i dan F_i adalah fitur jarak.

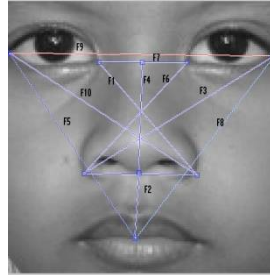
Pemilihan fitur dapat dilakukan dengan perbandingan variansi fitur dalam kelas dan variansi fitur antar kelas. Variansi suatu peubah acak memberi gambaran mengenai keragaman pengamatan di sekitar nilai rata-rata. Bila variansi atau simpangan baku suatu peubah acak kecil maka diharapkan bahwa umumnya pengamatan mengelompok dekat di sekitar nilai rata-rata. Karena itu, peluang suatu peubah acak mendapat nilai dalam suatu selang tertentu di sekitar nilai rata-rata akan lebih besar dari pada peubah acak serupa yang lebih besar simpangan bakunya [6].

E. Pengukuran Jarak Fitur Wajah

Pengukuran jarak fitur wajah yang dilakukan ditunjukkan pada Gbr. 3, yaitu (1) jarak ujung mata kiri dalam ke ujung kanan garis bawah hidung (F1) (2) jarak titik tengah hidung bawah ke pusat bibir (F2), (3) jarak ujung mata kanan luar ke ujung kiri garis bawah hidung (F3), (4) Panjang hidung dari titik tengah garis antar mata dalam ke titik tengah garis bawah hidung (F4), (5) jarak ujung mata kiri ke titik pusat bibir (F5), (6) jarak ujung mata kanan dalam ke ujung kiri garis bawah hidung (F6), (7) jarak ujung mata kiri ke ujung mata kanan dalam (F7), (8) jarak ujung mata kanan ke titik pusat bibir (F8), (9) jarak ujung mata kiri ke ujung mata kanan luar (F9), dan (10) jarak ujung mata kiri luar ke ujung kanan garis bawah hidung (F10).

F. Fitur

Fitur yang dihasilkan dari proses ekstraksi fitur ini adalah fitur perbandingan jarak. Fitur-fitur inilah yang digunakan sebagai dasar pengenalan wajah.



Gbr. 3. Pengukuran fitur jarak

JARAK EUCLIDEAN

Jarak Euclidean digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan atau ketidaksamaan dua vektor input. Tingkat kesamaan berupa suatu nilai (*score*) dan berdasarkan *score* tersebut dua vektor fitur akan dikatakan mirip atau tidak. Salah satu metode pengukuran jarak untuk menghitung kesamaan antara dua vektor fitur adalah Jarak Euclidean (*Euclidean Distance*). Jarak Euclidean menghitung akar dari kuadrat perbedaan dua vektor [6]. Persamaan Jarak Euclidean adalah

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (5)$$

Dengan d_{ij} adalah jarak Euclidean antara vektor i dan vektor j , x_{ik} adalah nilai ke- k pada vektor i , dan x_{jk} adalah nilai ke- k pada vektor j , maka d_{ij} adalah nilai akar dari penjumlahan setiap kuadrat dari selisih antara x_{ik} dan x_{jk} .

ALGORITMA SISTEM PENGENALAN

Algoritma dari sistem pengenalan menggunakan *Principal Component Analysis* dan ekstraksi ciri geometris. Langkah-langkah dari algoritma tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Menyiapkan data citra input yang akan digunakan sebagai citra referensi.

2. Menghitung nilai *eigenface* dari kumpulan citra referensi yang proses perhitungannya dapat dijelaskan sebagai berikut [7]:

a. menyiapkan data dengan membuat suatu himpunan S yang terdiri dari seluruh data pelatihan ($\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M$).

$$S = \Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M \quad (6)$$

b. mengambil nilai tengah atau mean Ψ

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Gamma_n \quad (7)$$

c. mencari selisih (Φ) antara setiap data pelatihan Γ_i dengan nilai tengah (Ψ)

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (8)$$

d. menghitung nilai matriks kovarian

$$C = \Phi \Phi^T \quad (9)$$

Dengan $\Phi = [\Phi_1 \ \Phi_2 \ \dots \ \Phi_M]$ dan Φ^T adalah *transpose* dari matriks Φ . Matriks Φ adalah matriks yang berisi informasi pola hasil ekstraksi dari seluruh data yang dilatihkan.

e. menghitung *eigenvalue* (λ) dan *eigenvector* (x) dari matriks kovarian (C)

$$C X = \lambda X \quad (10)$$

Dengan λ suatu nilai yang dinamakan *eigenvalue*, dan X adalah *eigenvector*.

f. menghitung nilai *eigenface* (μ).

$$\mu = X \Phi \quad (11)$$

bobot setiap citra referensi adalah

$$W = \Phi \mu \quad (12)$$

3. Membaca adanya input citra uji.
4. Menghitung nilai *eigenface* citra uji. Jika Citra Uji adalah Y, maka bobot dari citra uji :

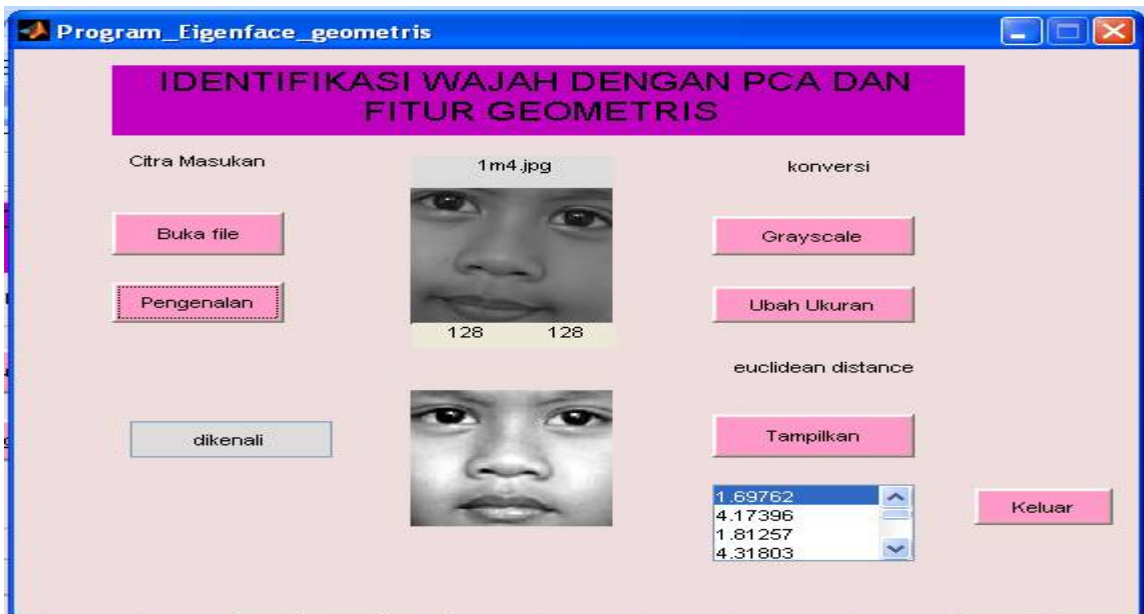
$$W_{uji} = (Y - \Psi) \mu \quad (13)$$

5. Menghitung jarak Euclidean antara citra uji dengan citra referensi dengan persamaan berikut:

$$D_p = \|W_{uji} - W_j\| \quad (14)$$

6. Menambahkan fitur-fitur geometris yang diperoleh pada bagian Fitur-fitur Geometris. Menghitung jarak Euclidean fitur geometris dari citra uji dengan citra referensi.
7. Menghitung jarak Euclidean kombinasi kedua metode dengan persamaan berikut ini:

$$D_k = \sqrt{D_p^2 + D_G^2} \quad (15)$$



Gbr. 4. Sistem Identifikasi Wajah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan 130 buah citra yang merupakan kumpulan dari citra wajah 13 orang. Pengujian dilakukan menggunakan program sistem identifikasi wajah yang berbasis metode PCA sebagai ekstraksi cirinya. Sistem identifikasi yang digunakan ditunjukkan pada Gbr. 4. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 buah ciri yang diperoleh dari metode PCA tanpa penambahan fitur geometris dan dengan menggunakan metode PCA dengan penambahan fitur-fitur geometris dengan jumlah 1 – 10. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Pengenalan

No	Jumlah Fitur Geometris yang ditambahkan	PCA (%)	PCA + Fitur Geometris (%)
1	1	83,33	84,67
2	2		88,33
3	3		89,00
4	4		89,01
5	5		89,01
6	6		90,00
7	7		90,33
8	8		90,33
9	9		90,67
10	10		90,67

Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa tingkat pengenalan dengan menggunakan metode PCA dengan penambahan fitur-fitur geometris lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode PCA murni. Selain itu dengan semakin banyaknya fitur geometris yang ditambahkan semakin tinggi tingkat pengenalannya. Nilai tingkat pengenalan pada penambahan 2 buah fitur geometris adalah 88,33%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa sistem pengenalan wajah menggunakan metode PCA dengan penambahan fitur-fitur geometris menunjukkan perbaikan terhadap tingkat pengenalannya. Dengan menggunakan 3 buah ciri PCA dan penambahan 2 buah fitur geometris, tingkat pengenalan yang diperoleh yaitu 88,33% .

Selain itu semakin banyak fitur geometris yang ditambahkan semakin baik tingkat pengenalan yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kholistianingsih, Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Eigenface*, TEODOLITA, Vol. 13 No. 2 Desember 2012, Purwokerto, 2012
- [2] R. Hidayat, Kholistianingsih, Geometric Feature Extraction for Face Recognition, 5th AUN/SEED-NET Regional Conference on Information and Communications Technology, Manila, 2012,
- [3] M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle, Image Processing, Analysis, and Machine Vision, Third Edition, Thomson Corporation, Canada, 2008.
- [4] J. Kim and M. Kang, A Study of Face Recognition using the PCA and Error Back-Propagation, Second International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IEEE, 2010.
- [5] J. Aminudin, Dasar-dasar Fisika Komputasi Menggunakan Matlab, Gava Media, Yogyakarta, 2008.
- [6] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*, Andi Offset, Yogyakarta, 2010, hal. 243-244.