

# PERANCANGAN SISTEM VERIFIKASI BIOMETRIK TANGAN TANPA KONTAK DENGAN UKURAN GEOMETRI RELATIF

Antonius Siswanto<sup>(1)</sup>, Pernantin Tarigan<sup>(1)</sup>, Fahmi<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup>Konsentrasi Teknik Sistem Komputer, Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA

E-mail: [antoniuschang90@yahoo.com](mailto:antoniuschang90@yahoo.com), [perrytar@yahoo.com](mailto:perrytar@yahoo.com), [fahmimn@gmail.com](mailto:fahmimn@gmail.com)

## Abstrak

Masalah utama dalam sistem biometrik tangan tanpa kontak (*contactless*) adalah posisi tangan yang bervariasi terhadap kamera, yang menyebabkan variasi ukuran geometri tangan antara sampel-sampel citra yang diambil pada waktu yang berbeda untuk orang yang sama. Tulisan ini berfokus pada perancangan sistem yang dapat menangani masalah tersebut menggunakan ukuran geometri relatif sebagai acuan dalam pengenalan pola pada proses pencocokannya, yang menggunakan jaringan saraf tiruan dengan algoritma *backpropagation*. Segmentasi citra dilakukan dengan teknik *thresholding* dan ekstraksi ciri dengan cara pemindaian *pixel*. Melalui pengujian, didapatkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi 87,237%, presisi 85,798%, *False Match Rate* (FMR) 14,780%, dan *False Non Match Rate* (FNMR) 10,747%.

**Kata kunci:** biometrik, tangan, *contactless*, geometri, saraf

## 1. Pendahuluan

Teknik Pengenalan biometrik sangat dibutuhkan untuk aplikasi identifikasi maupun verifikasi menggantikan teknik pengenalan konvensional, seperti pengenalan berdasarkan kata sandi (*password*), *ID card*, PIN, dan sebagainya yang masing-masing memiliki kelemahan. Sebagai contoh kelemahan *ID card* adalah dapat dicuri, kelemahan kata sandi maupun PIN adalah kemungkinan dapat lupa. Teknologi biometrik menawarkan pengenalan yang didasarkan pada ciri tubuh manusia, dimana ciri tersebut pada umumnya tidak dapat dipisahkan dari manusia [1].

Ciri yang dapat digunakan dalam sistem biometrik sangat beragam, seperti wajah, sidik jari, suara, geometri tangan, dan lainnya. Faktor yang sangat penting dalam memilih ciri yang dipakai adalah kenyamanan pemakaiannya [2]. Biometrik geometri tangan merupakan salah satu biometrik yang sangat baik terkait faktor tersebut, karena tidak melibatkan hal yang bersifat privasi [2]. Oleh karena itu, produk komersial sistem biometrik geometri tangan telah banyak diterapkan secara luas di berbagai belahan dunia.

Namun, pada umumnya sistem biometrik geometri tangan yang telah dikembangkan, menggunakan tumpuan telapak tangan yang dilengkapi dengan *peg* pembatas. Sistem yang demikian memiliki beberapa kelemahan yaitu

dapat mengakibatkan deformasi bentuk jari, kerumitan cara pemakaian, dan kurang higienis. Solusi terhadap kelemahan tersebut adalah menerapkan sistem biometrik yang bersifat *contactless*.

Penerapan teknik biometrik telapak tangan yang bersifat *contactless* menimbulkan masalah tersendiri, karena apabila dua citra tangan yang diambil pada waktu yang berbeda, dapat mengakibatkan variasi posisi terhadap kamera, sehingga hasil ukuran geometri yang diekstrak memiliki nilai yang berbeda.

Tulisan ini membahas rancangan sistem biometrik geometri telapak tangan tanpa kontak tangan (*contactless*) yang dapat mengatasi masalah variasi ukuran geometri dengan mengambil ukuran relatif sebagai acuan pengenalan polanya.

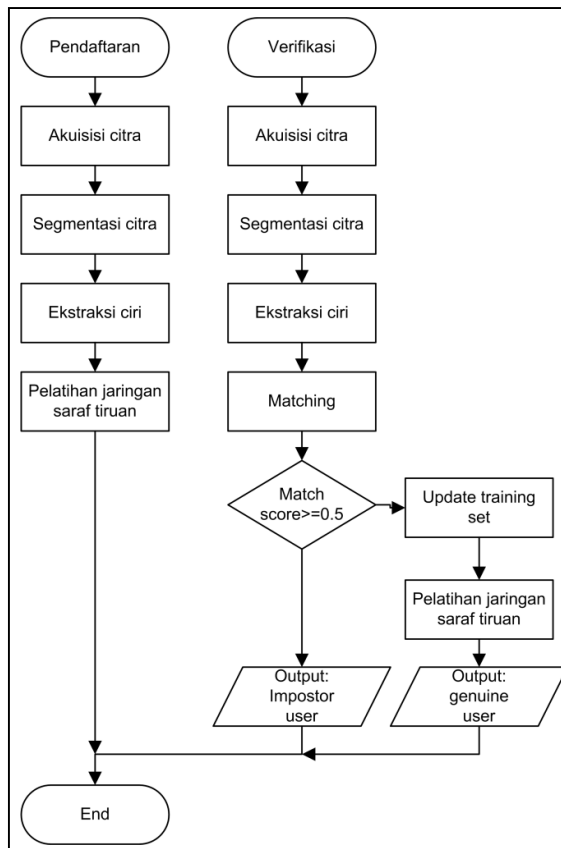
## 2. Material dan Metode

Sistem yang dirancang terdiri dari dua modul yaitu modul pendaftaran dan verifikasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

### Modul pendaftaran

Modul pendaftaran berfungsi untuk mengambil dan menyimpan lima set data biometrik (ukuran geometri relatif tangan) yang akan digunakan sebagai data pelatihan jaringan saraf

tiruan, yang akan digunakan untuk proses pencocokan (*matching*) pada proses verifikasi.



Gambar 1. Bagan alir sistem biometrik yang dirancang

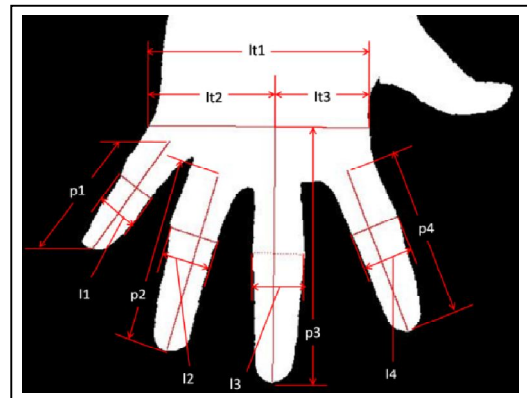
### Modul Verifikasi

Modul verifikasi berfungsi untuk melakukan verifikasi apakah pengguna adalah asli atau palsu, dengan pencocokan berdasarkan nilai *match score*, yang berupa output dari jaringan saraf tiruan. Jika *match score* lebih besar atau sama dengan 0.5 maka pengguna adalah asli dan jika *match score* lebih kecil 0.5 maka pengguna adalah palsu.

Data biometrik dapat mengalami perubahan dalam jangka waktu yang relatif lama, sehingga data biometrik yang diacu sebaiknya diambil dari data biometrik yang terbaru. Oleh karena itu, jika hasilnya asli, maka data biometrik yang diverifikasi tersebut disimpan menggantikan data yang paling lama tersimpan.

Untuk menghasilkan satu set data biometrik, proses yang pertama adalah akuisisi citra berwarna untuk kemudian disegmentasi untuk menghasilkan citra biner. Kemudian citra biner diekstrak untuk menghasilkan ukuran geometri sebanyak sebelas, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.

Sistem yang bersifat *contactless* dapat menimbulkan perbedaan nilai antara ukuran geometri yang diekstrak dari dua citra orang yang sama, yang diambil pada waktu yang berbeda. Untuk mengatasi masalah tersebut, ukuran geometri yang digunakan dalam proses *matching* adalah perbandingan antara ukuran-ukuran geometri tersebut, yang disebut ciri relatif (Tabel 1).



Gambar 2. Ukuran geometri yang diekstrak

Tabel 1. Ciri relatif

No	Ciri Relatif	No	Ciri Relatif
1	$r1 = p3/p1$	9	$r9 = l1/p4$
2	$r2 = p3/p2$	10	$r10 = p3/l1$
3	$r3 = p3/p4$	11	$r11 = p3/l2$
4	$r4 = l1/l1$	12	$r12 = p3/l3$
5	$r5 = l1/l2$	13	$r13 = p3/l4$
6	$r6 = l1/p1$	14	$r14 = p1/l1$
7	$r7 = l1/p2$	15	$r15 = p2/l2$
8	$r8 = l1/p3$	16	$r16 = p3/l4$

### 2.1. Akuisisi Citra

Akuisisi citra dilakukan dengan sebuah webcam, dengan ukuran citra yang dihasilkan 480 x 640 pixel. Kamera menghadap ke sisi luar telapak tangan yang latar belakangnya dibatasi dengan latar berwarna hitam. Posisi tangan bebas melayang tanpa kontak apapun saat akuisisi citra dilakukan, namun masih dalam batasan sebagai berikut.

1. Tangan beserta dengan kelima jarinya harus tertangkap seluruhnya oleh kamera.
2. Jari-jari tangan tidak boleh bersentuhan satu dengan yang lainnya.
3. Jari tangan tidak boleh menekuk.
4. Garis panjang jari tangan tidak boleh sejajar dengan sumbu horizontal citra yang akan diakuisisi.
5. Telapak tangan diposisikan sedatar mungkin.

2.2. Segmentasi

Segmentasi dilakukan dengan teknik *thresholding* seperti ditunjukkan dengan rumus (1).

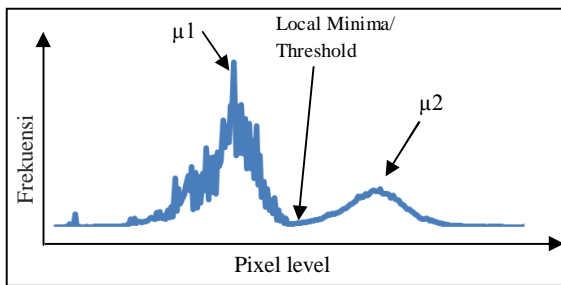
$$g(x,y) = \begin{cases} 0, & f(x,y) < T \\ 1, & f(x,y) \geq T \end{cases} \quad (1)$$

Dimana :  $g(x,y)$  = nilai pixel sesuai segmentasi pada koordinat pixel  $(x,y)$ ,  $f(x,y)$  = nilai pixel sebelum segmentasi pada koordinat pixel  $(x,y)$ , dan  $T = \text{threshold}$

Algoritma yang digunakan adalah kombinasi dari *iterative threshold selection method* dan *mode method*. Algoritma *iterative threshold selection method* adalah sebagai berikut.

- $T_{old} = 128$
- Hitung  $\mu_1$  : rata-rata nilai pixel dimana  $f(x,y) < T_{old}$
- Hitung  $\mu_2$  : rata-rata nilai pixel dimana  $f(x,y) \geq T_{old}$
- $T_{new} = (\mu_1 + \mu_2)/2$
- **while**  $T_{new} \neq T_{old}$  **do**
  - Hitung  $\mu_1$
  - Hitung  $\mu_2$
  - $T_{old} = T_{new}$
  - $T_{new} = (\mu_1 + \mu_2)/2$
- **end while**

Sistem mengerjakan *iterative threshold selection method* terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai rata-rata nilai pixel dibawah *threshold* ( $\mu_1$ ) dan nilai rata-rata diatas atau sama dengan *threshold* ( $\mu_2$ ), yang telah mencapai kondisi konvergensi. *Mode method* bertugas dalam mencari amplitudo (*pixel level*) histogram terendah (*local minima*) diantara titik  $\mu_1$  dan  $\mu_2$  tersebut. Nilai *local minima* itulah yang dijadikan *threshold* (lihat Gambar 3).

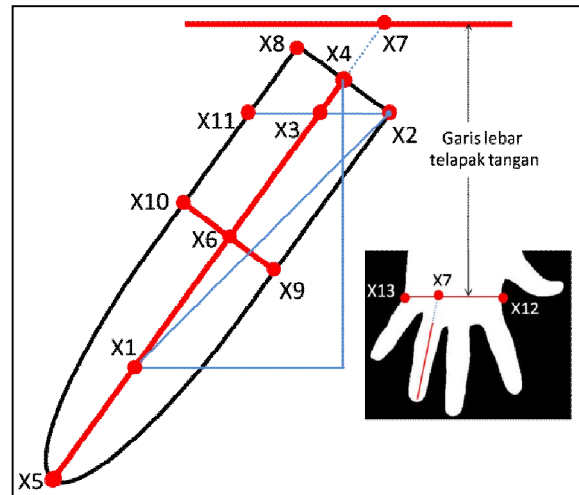


Gambar 3. Histogram citra

2.3. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pengukuran geometri tangan. Prinsip dasar dalam ekstraksi ciri adalah menghitung jarak (*euclidean distance*) antara dua titik. Proses diawali dengan mencari sudut kemiringan jari untuk mengetahui berapa besar sudut rotasi citra tangan yang diperlukan agar didapatkan posisi jari tengah yang tegak lurus terhadap garis horizontal citra.

Setelah merotasi citra, dilakukan proses mencari koordinat titik-titik bantu yang diperlukan untuk menghitung ukuran geometri tangan dengan prinsip *scanning*. Titik-titik bantu tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. Dengan memanfaatkan titik-titik bantu inilah dilakukan perhitungan kesebelas ukuran geometri tangan dengan prinsip trigonometri dan pitagoras. Setelah mendapatkan kesebelas ukuran geometri tersebut, dilakukan perhitungan perbandingannya berdasarkan Tabel 1.

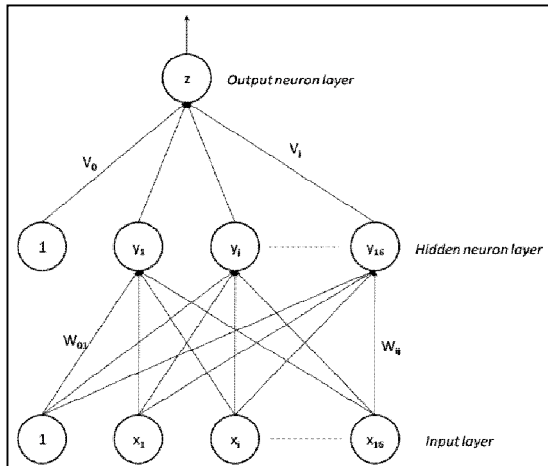


Gambar 4. Pendekatan perhitungan ukuran jari

2.4. Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan

Masing-masing pengguna dipakaikan jaringan saraf tiruan dengan bobot yang berbeda-beda, yang telah dibobotkan sesuai dengan karakteristik dari tangan sipengguna. Arsitektur jaringan yang digunakan adalah *feedforward multilayer neural network* dengan satu *input layer*, satu *hidden layer*, dan satu *output layer*, seperti terlihat pada Gambar 5.

Jaringan harus dilatih sebelum digunakan untuk proses *matching*, dengan algoritma *backpropagation*. Data pelatihan berupa input dan output yang digunakan harus mewakili data dari pengguna asli dan pengguna palsu. Dengan



Gambar 5. Jaringan saraf tiruan yang dipakai untuk *matching*

mempertimbangkan waktu pelatihan, maka data pelatihan dipilih berupa lima set ukuran relatif dari pengguna asli dan sepuluh set dari pengguna palsu. Data pelatihan yang mewakili pengguna palsu diambil dua kali lipat dari data pelatihan yang mewakili pengguna asli dikarenakan data pelatihan harus mewakili semua pengguna palsu yang jumlahnya tidak terbatas. Sedangkan pengguna asli hanya ada satu orang untuk masing-masing jaringan saraf tiruan.

Fungsi aktivasi neuron yang digunakan harus bersifat nonlinier karena pola ukuran geometri tangan juga bersifat nonlinier. Salah satu fungsi nonlinier yang paling banyak digunakan dalam metode *backpropagation* adalah fungsi sigmoid biner dengan keluaran antara 0 sampai 1. Keluaran 0 mewakili verifikasi pengguna palsu (salah) dan keluaran 1 mewakili verifikasi pengguna asli (benar).

Parameter pelatihan adalah sebagai berikut.

- Jumlah data pelatihan: 15.
- Jumlah masukan pada input layer: 16.  
Jumlah input dipilih sesuai dengan jumlah ciri geometri relatif yang diekstrak.
- Jumlah *hidden neuron*: 16.  
Jumlah *hidden neuron* ditentukan sesuai dengan jumlah input.
- Jumlah *output neuron*: 1
- *Learning rate*: 0,1
- Target *Mean Square Error* (MSE) : 0,00005

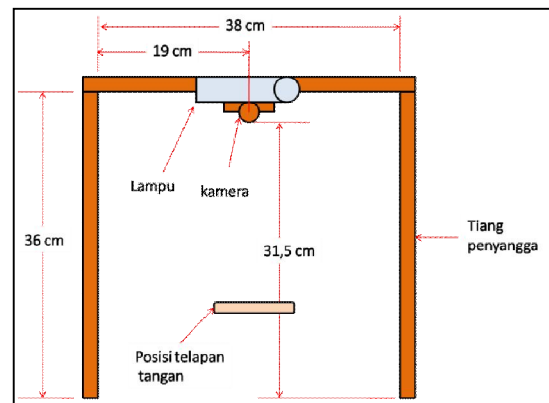
### 2.5. Matching (Pencocokan)

Hasil *Matching* ditentukan oleh nilai *match score* (nilai kecocokan antara dua buah data biometrik), yang dihitung jaringan saraf tiruan.

Jaringan saraf tiruan diberi nilai masukan sesuai data biometrik dan dilakukan perhitungan keluaran yang besarnya antara 0 dan 1. Keluaran yang lebih kecil dari 0,5 dinyatakan sebagai verifikasi gagal (*impostor user*) dan sebaliknya jika lebih besar atau sama dengan 0,5 maka dinyatakan sebagai verifikasi berhasil (*genuine user*).

### 3. Hasil

Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa sistem, dilakukan dengan melakukan percobaan verifikasi antara dua buah sampel data biometrik. Percobaan dilakukan dengan menggunakan kamera webcam Logitech QuickCam® Pro 9000 for Business, yang memiliki resolusi 2MP, dan dibantu dengan sebuah bola lampu 5 watt, sebagai alat bantu penerangan. Modul percobaan dirangkai seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Modul percobaan tampak depan

Sampel citra diambil dari 20 pengguna yang terdiri dari 4 set : set 1 (5 pengguna dengan masing-masing 10 citra), set 2 (5 pengguna dengan masing-masing 15 citra), set 3 (5 pengguna dengan masing-masing 20 citra), dan set 4 (5 pengguna dengan masing-masing 50 citra). Total sampel citra 475 citra. Sampel citra diambil dengan variasi tangan yang beragam, seperti kemiringan, jarak dengan kamera, dan kerapatan jari.

Verifikasi yang dilakukan adalah verifikasi terhadap pengguna asli (*genuine matching*) dan pengguna palsu (*impostor matching*). Sampel percobaan *genuine matching* ada sebanyak 375 sampel dengan rincian berikut dan sampel percobaan *impostor matching* ada sebanyak 8825 sampel. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali secara berulang untuk menghindari kesalahan pengujian akibat data pelatihan yang diambil secara acak.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai FP, FN, TP dan TN dinormalisasi ke nilai 100.

Tabel 2. Hasil pengujian

Parameter	Minimal	Maksimal	Rata-rata	Standar Deviasi
FP	14	17	14,78	-
FN	8	15	10,75	-
TP	85	92	89,25	-
TN	83	86	85,22	-
FNMR	8,27%	14,93%	10,75%	2,28%
FMR	13,53%	17,07%	14,78%	1,29%
Akurasi	85,29%	89,10%	87,24%	1,35%
Presisi	83,72%	87,15%	85,80%	1,12%

Keterangan: FP: *False positive*, FN: *False Negative*, TP: *True Positive*, TN: *True Positive*, FNMR: *False non Match Rate*, FMR: *False MatchRate*

#### 4. Diskusi

Hasil pengujian didapatkan bahwa rata-rata *false non match rate* (FNMR) adalah 10,747%. Nilai persentase tersebut memiliki arti bahwa dari 100 kali percobaan verifikasi, sistem melakukan kesalahan pengenalan (*false negative*) sebanyak 11 kali. Nilai rata-rata *false match rate* (FMR) yang didapatkan bernilai 14,780%. Nilai FMR tersebut memiliki pengertian bahwa dari 100 kali percobaan verifikasi, sistem melakukan kesalahan pengenalan (*false positive*) sebanyak 15 kali.

Akurasi yang didapatkan bernilai 87,237%, yang artinya sistem melakukan kesalahan verifikasi (*false positive atau false negative*) sebesar 12,763%. Kesalahan sebesar 12,763% berarti dalam 100 kali percobaan verifikasi pengguna asli atau pengguna palsu, sistem melakukan kesalahan sebanyak 13 kali. Presisi yang didapatkan 85,798%, artinya dari 100 kali verifikasi yang dinyatakan benar, terdapat sekitar 14 verifikasi yang seharusnya dinyatakan salah.

Ada berbagai faktor yang mempengaruhi akurasi sistem. Variasi posisi tangan yang diizinkan oleh sistem sangat beragam mulai dari variasi kemiringan tangan, jarak tangan dengan kamera, dan variasi posisi jari. Variasi tersebut akan menimbulkan perubahan pada ukuran geometris tangan. Adanya perubahan akan mengurangi keakuratan sistem dalam mengenali pola ukuran geometri tangan.

Metode segmentasi masih belum mampu melakukan segmentasi antara objek tangan dan latar belakang yang sempurna, terutama pada kondisi kualitas penerangan lingkungan sistem yang buruk. Kesalahan segmentasi dapat menimbulkan kesalahan pengukuran ukuran

geometri tangan yang pada akhirnya mengurangi performa sistem.

Sebagai perbandingan, pada penelitian [3] dirancang sistem biometrik tangan *contactless* dengan menggunakan *webcam* yang dimodifikasi dengan penambahan infra-red. Ciri yang diambil adalah 40 ukuran lebar jari dari masing-masing jari manis, tengah, dan telunjuk, yang kemudian dijadikan ke dalam tiga vektor yang berbeda. Pengenalannya menggunakan *Support Vector Machine* dengan hasil *Equal Error Rate* (EER) 3,4%.

Penelitian [8] membahas sistem biometrik tangan *contactless* dengan 13 ukuran geometri absolut. Metode segmentasi menggunakan klasifikasi dengan sembilan *decision rule* berdasarkan nilai RGB. Algoritma *Support Vector Machine* digunakan untuk pengenalannya dengan hasil tingkat akurasi yang didapat sebesar 92%.

Penelitian [11] membahas sistem biometrik tangan *contactless* dengan ekstraksi ukuran yang disebut *average width normalization*. Sistem diuji coba dengan data dari tiga *database* citra tangan yang berbeda dan didapatkan tingkat EER antara 2,5%; 2%, dan 1,4%.

#### 5. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah dirancang dan diuji sistem verifikasi biometrik tangan tanpa kontak (*contactless*).

Ukuran geometri relatif tangan dapat dijadikan sebagai ciri biometrik tangan dan dapat mengatasi masalah variasi posisi tangan.

Kinerja sistem belum memuaskan karena hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi 87,237%, presisi 85,798%, *False Match Rate* (FMR) 14,780%, dan *False Non Match Rate* (FNMR) 10,747%.

#### 6. Referensi

- [1]. A. K. Jain *et al.*, Eds., *Handbook of Biometrics*. New York: Springer, 2008.
- [2]. S. Benziane and A. Benyettou, "State of Art: Hand Biometric," *IJAET*, vol.2, Issue 1, pp. 1-9, Jan. 2012.
- [3]. A. Morales and M. A. Ferrer, "Contact-free Hand Biometric System for Real Environments Based on Geometric Features," in *16th European Signal*

- Processing Conf.*, Lausanne, Switzerland, 2008 © UERASIP.
- [4]. National Science and Technology Council [Online]. (2006, August 7). *Biometrics Overview*. Available: <http://www.biometrics.gov/documents/biooverview.pdf>
- [5]. A. K. Jain *et al.*, *Biometrics Personal Identification in Networked Society*. New York: Kluwer Academix Publishers, 2002.
- [6]. T. Dunston and N. Yager, *Biometric System and Data Analysis : Design, Evaluation, and Data Mining*. New York: Springer. 2009.
- [7]. C. Vielhauer, *Biometric User Authentification for IT Security: From Fundamentals to Handwriting*, New York: Springer, 2006.
- [8]. X. Jiang *et al.*, "New Directions in Contact Free Hand Recognition," in *IEEE International Conf. on Image Processing*, 2007 © IEEE.
- [9]. A. Taneja and Sonika, "Pattern Recognition Using Neural Network of Hand Biometrics," *JGRCS*, vol. 2, no. 7, pp. 71-78, Jul. 2011.
- [10]. J. Montalvao *et al.*, "Robust Hand Image Processing for Biometric Application," in *Pattern Anal Applic*, 2010 © Springer.
- [11]. Alberto de-Santos-Sierra, A.; Sanchez-Avila, C.; del Pozo, G.G.I Guerra-Casanova, J. Unconstrained and Contactless Hand Geometry Biometrics. *Sensors* 2011, 11, 1011434-10164.
- [12]. Wikipedia. (2013, February 13). Precision and Recall [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Precision\\_and\\_recall](http://en.wikipedia.org/wiki/Precision_and_recall)
- [13]. Wikipedia. (2013, February 13). Accuracy and Precision [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy\\_and\\_precision](http://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy_and_precision)
- [14]. D.S. Moore *et al.*, *Introduction to The Practice of Statistics*. New York: W.H. Freeman and Company, 2009.
- [15]. Wikipedia. (2013, April 1). F-Test [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/F-test>
- [16]. (2013, April 1). One-Way ANOVA [Online]. Available: <http://www.statisticslectures.com/topics/one-wayanova/>
- [17]. P. Collins. (2013, February 13). How to Interpret an ANOVA Test [Online]. Available: [http://www.ehow.com/how\\_8264506\\_interpret-anova-test.html](http://www.ehow.com/how_8264506_interpret-anova-test.html)
- [18]. J. C. Russ, *The Image Processing Handbook*, 3rd ed. Florida: CRC Press, 1998.
- [19]. R. F. Gonzales and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.
- [20]. N. Efford, *Digital Image Processing: A Practical Introduction using Java™*. Essex, UK: Pearson Education Limited, 2000.
- [21]. M. Sonka *et al.*, *Image Processing, Analysis, and Computer Vision*. Toronto: Thomsom, 2008.
- [22]. S. Samarasinghe, *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition*. Boca Raton: Auerbach Publications, 2006.
- [23]. S. Haykin, *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- [24]. J.J. Siang, *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 2005.
- [25]. T. Masters, *Practical Neural Network Recipes in C++*. San Diego: Academic Press, 1993.