



## IDENTIFIKASI POLA SIDIK JARI BERBASIS TRANSFORMASI WAVELET DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK

Ahmad Juheri<sup>✉</sup>, Sunarno

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

### Info Artikel

Diterima Mei 2015  
Disetujui Mei 2015  
Dipublikasikan Agustus 2015

**Keywords:**  
*backpropagation Neural Network; Fingerprint Patterns; Wavelet Transform*

### Abstrak

Sistem identifikasi dengan memanfaatkan karakteristik biometrik saat ini telah berkembang secara luar biasa dan mampu menggantikan sistem identifikasi secara konvensional. Salah satu karakteristik biometrik manusia adalah sidik jari. Suatu pola sidik jari normal terdiri dari *ridge* dan *vallays* yang dapat dianalisis pada tingkat lokal (menggunakan *minutiae*) dan global (*non-minutiae*). Pada penelitian ini, identifikasi dibangun berdasarkan pendekatan global (*non-minutiae*) yaitu menggunakan transformasi wavelet sebagai pengolah awal (*preprocessing*) dan jaringan syaraf tiruan propagasi balik sebagai pengambil keputusannya (*metrika*). Metode pengambilan citra sidik jari dilakukan secara *inkless* menggunakan sensor sidik jari dan pemrosesan citra dilakukan dengan menggunakan software MATLAB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis wavelet memiliki kinerja yang baik dalam menghasilkan ciri. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *Euclidean* yang kecil ketika ciri dari citra sampel yang sama diuji. Jarak *Euclidean* terkecil dihasilkan oleh wavelet haar, yaitu sebesar 1,9. Hasil performa jaringan menunjukkan bahwa tingkat keakuratan menurun dengan bertambah besar basis data yang digunakan dan meningkat dengan bertambah kecil nilai *MSE* jaringan. Nilai keakuratan tertinggi didapat sebesar 96.67 % untuk basis data latih 15 pola sidik jari (30 citra pembanding) dengan *MSE* jaringan sebesar  $10^{-6}$ .

### Abstract

Identification system by employing biometric characteristics recently has grown tremendously and is able to replace the conventional identification systems. One of the characteristics of human beings is a fingerprint biometric. A normal fingerprint pattern consisting of ridge and vallays which can be analyzed on the local level (using *minutiae*) and global (*non-minutiae*). In this study, the identification is built based on a global approach (*non-minutiae*) that uses wavelet transformation as initial processing (*preprocessing*) and backpropagation neural network as decision makers (*Metrika*). Fingerprint image retrieval method performed *inkless* using the fingerprint sensor and the image processing is done by using MATLAB software. The results showed that all types of wavelet has good performance in generating characteristics. It is indicated by small euclidean value when the characteristic of the image of the same sample tested. The smallest euclidean distance generated by haar wavelet of 1.9. Network performance results showed that the level of accuracy decreases with increase in number of data base and increases with decreases in value of *MSE* of network. The highest value of accuracy that is obtained is 96.67% when the training data base is 15 fingerprint patterns (30 images comparator) and the value of *MSE* of network is  $10^{-6}$ .

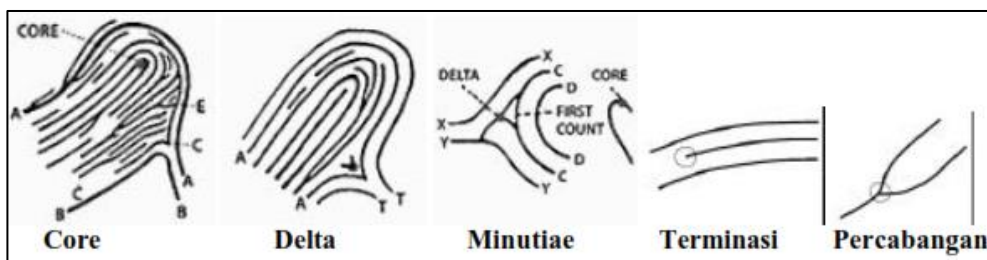
## PENDAHULUAN

Sistem identifikasi dengan memanfaatkan karakteristik biometrik saat ini mencapai perkembangan yang luar biasa dalam menggantikan sistem identifikasi secara konvensional. Sistem ini didasarkan pada karakteristik alami manusia, yaitu karakteristik fisiologis dan karakteristik perilaku seperti wajah, sidik jari, telapak tangan, iris, retina mata, DNA, dan tanda tangan (Jain, 2011: 2). Salah satu karakteristik alami manusia yang bersifat khas dan dapat digunakan untuk membedakan antara orang yang satu dengan yang lainnya adalah sidik jari.

Menurut Elvayandri (2002), beberapa kelebihan yang dimiliki sidik jari antara lain :

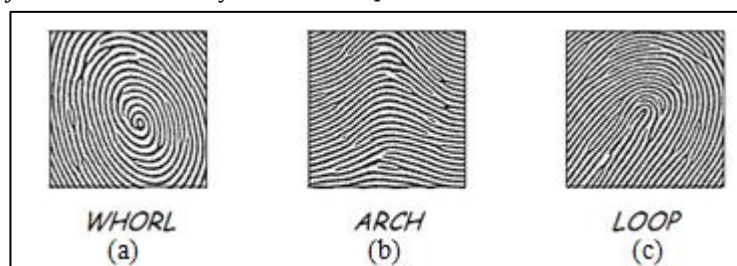
1. *Perennial nature*, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit bersifat seumur hidup.
2. *Immutability*, yaitu sidik jari seseorang tidak pernah berubah, kecuali mendapatkan kecelakaan yang serius.
3. *Individuality*, pola sidik jari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang.

Suatu pola sidik jari normal terdiri dari *ridge* dan *vallays* yang umumnya berjalan sejajar satu sama lain, dan pola ini dapat dianalisis pada tingkat lokal dan global (Jain, 2011: 54). Pada tingkat lokal analisis dilakukan berdasarkan fitur minutiae. Menurut Thornton, sebagaimana dikutip oleh Gunawan (2012), fitur minutiae terdiri dari *ending*, *core*, dan *bifurcation*. *Ending* adalah bagian ujung dari sebuah *ridge*, *bifurcation* adalah bagian percabangan dari *ridge*, dan *core* adalah titik pusat dari sidik jari.



Gambar 1. Karakteristik lokal sidik jari

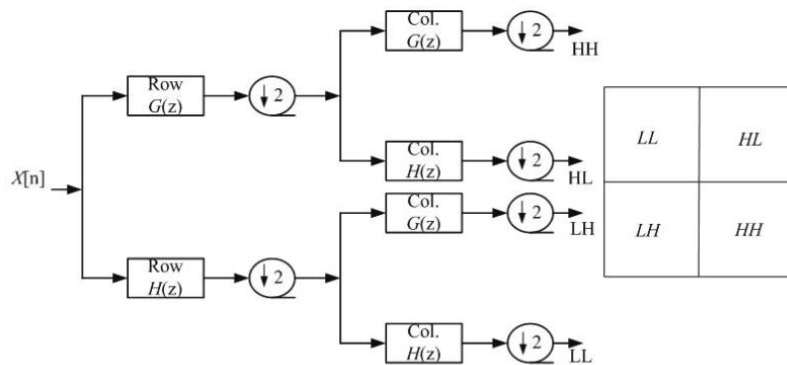
Menurut Suroto (2009), pada analisis lokal ini hasil identifikasi sangat dipengaruhi oleh kualitas citra sidik jari. Noise pada citra sidik jari yang diperoleh selama proses akuisisi dapat menurunkan tingkat pengenalan. Selain itu perbedaan citra sidik jari karena rotasi dan pergeseran jari pada saat akuisisi juga mempengaruhi tingkat pengenalan. Menurut Galton dalam Elvayandri (2002), analisis global pada citra sidik jari dilakukan dengan mengekstrak daerah tunggal dari pola unik *ridge* dan *vallays* yang diklasifikasikan menjadi 3 kelas utama yaitu: *arch*, *loop* dan *whorl*.



Gambar 2. Pola umum Sidik Jari (Galton dalam Elvayandri 2002: 4).

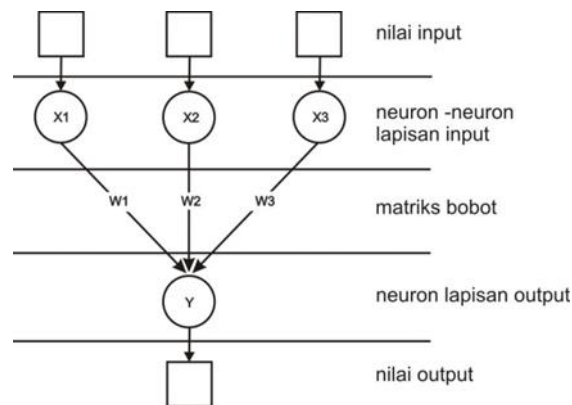
Citra sidik jari tidak dapat langsung diproses menggunakan jaringan syaraf tiruan, tetapi perlu dilakukan pemrosesan awal yaitu ekstraksi ciri terlebih dahulu. Teknik ekstraksi ciri pola sidik jari menggunakan teknik dekomposisi paket wavelet. Menurut Sydney (1998), *Wavelet* merupakan gelombang mini (*small wave*) yang mempunyai kemampuan mengelompokkan energi citra dan terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, sedangkan kelompok koefisien lainnya hanya mengandung sedikit energi yang dapat dihilangkan tanpa mengurangi nilai informasinya. Dalam analisis dekomposisi wavelet, sebuah citra

didekomposisi atau diuraikan menjadi komponen aproksimasi dan detail dengan menggunakan filter lowpass dan highpass, kemudian bagian aproksimasi ini dibagi lagi menjadi tingkat kedua aproksimasi dan detail, kemudian proses ini diulang-ulang. Gambar 3 mengilustrasikan dekomposisi paket wavelet.



Gambar 3. Transformasi wavelet pada citra, dengan  $G(z)$  adalah *highpass filter* dan  $H(z)$  adalah *lowpass filter* (Sianipar 2013: 165)

Koefisien hasil ekstraksi ciri dengan dekomposisi paket wavelet tersebut akan menjadi data masukan jaringan syaraf tiruan untuk pemrosesan lebih lanjut. Jaringan syaraf tiruan tersusun dari unit neuron. Gambar 4 menunjukkan skema model JST sederhana.



Gambar 4. Model JST sederhana

Nilai input yang diberikan diteruskan ke lapisan neuron input ( $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$ ). Ketiga input tersebut diberikan pembobotan masing masing  $W_1$ ,  $W_2$ , dan  $W_3$ . Ketiga neuron lapisan input dijumlahkan  $net = (X_1 \cdot W_1) + (X_2 \cdot W_2) + (X_3 \cdot W_3)$ . Nilai yang diterima  $Y$  bergantung fungsi aktivasi  $Y = f(net)$ . Jika nilainya cukup kuat maka akan diteruskan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2014 sampai bulan Agustus 2014 di Laboratorium Fisika Instrumentasi FMIPA Universitas Negeri Semarang (UNNES).

### Alat

1. Fingerprint U. Are. U 4500
2. Seperangkat komputer yang terinstal software Matlab

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah citra sidik jari ibu jari tangan kiri hasil pengambilan dengan menggunakan sensor sidik jari. Data citra sidik jari diperoleh dari 20 orang. Untuk setiap orang pengambil sidik jari diulang sebanyak 6 kali dari jari yang sama, sehingga diperoleh 120 citra sidik jari.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, antara lain :

1. (*Image Acquisition*) : merupakan tahap awal dalam verifikasi sidik jari yaitu proses pengambilan citra sidik jari. pada penelitian ini digunakan *fingerprint u. are. U 4500* untuk mendapatkan citra sidik jari.
2. Perbaikan Citra (*Image Enhancement*) : Pada tahap ini *image* diberi proses lain seperti penghilangan *noise/derau*, dan penajaman *image*. *Image Enhancement* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan algoritma fft. FFT dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dari citra. Transformasi fourier dapat membagi citra menjadi blok kecil-kecil (32 x 32 piksel) dengan rumus transformasi fourier sebagai berikut :

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cdot \exp\{a\} \text{ dengan } a = j2\pi \left( \frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)$$

Untuk nilai  $u = 0, 1, 2, \dots, 31$  dan  $v = 0, 1, 2, \dots, 31$ .

Dalam meingkatkan kualitas blok dari citra secara khusus, maka FFT membagi blok-blok tersebut kedalam besaran waktu. Dimana besarnya nilai FFT asli =  $\text{abs}(F(u,v)) = |F(u,v)|$ .

Dengan peningkatan kualitas blok mengikuti rumus berikut:

$$g(x, y) = F^{-1} \{ F(u, v) \cdot |F(u, v)|^k \}$$

Dimana  $F^{-1}(F(u,v))$  akan selesai menggunakan rumus berikut:

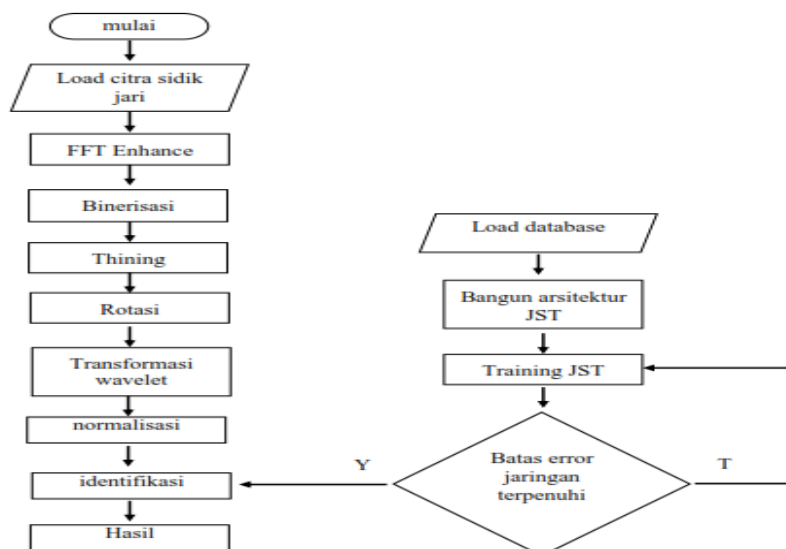
$$f(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(u, v) \exp\{a\}$$

$$\text{dengan } a = j2\pi \left( \frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)$$

Untuk nilai  $x = 0, 1, 2, \dots, 31$  dan  $y = 0, 1, 2, \dots, 31$ .

3. (*Feature Extraction*) Dekomposisi Pola Sidik jari: Di tahap ini, *image* akan diekstrak untuk mendapatkan nilai-nilai yang merepresentasikan ciri spesifik dari *image* tersebut. Dekomposisi pola dilakukan untuk mempresentasikan pola digit ke dalam vector yang mengandung beberapa informasi mengenai pola tersebut.
4. Image Recognition: Pada tahap ini, vektor ciri citra akan diidentifikasi. Keluaran dari tahap ini adalah citra basis data yang memiliki ciri yang sama dengan citra uji. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan propagasi balik. Identifikasi dilakukan dengan membandingkan keluaran jaringan dengan ciri dari citra sidik jari yang memiliki nilai error terkecil.

Secara umum skema diagram alir algoritma dari identifikasi yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir identifikasi sidik jari

Parameter-parameter jaringan yang dirancang dapat dipaparkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter JST

Parameter	Spesifikasi
Jenis JST	<i>Backpropagation</i>
Arsitektur	2 hidden layer
Neuron input	20 neuron
Neuron tersembunyi 1	25 neuron
Neuron tersembunyi 2	12 neuron
Neuron output	1 neuron
Fungsi aktivasi	Sigmoid biner
Target error (mse)	1e-4, 1e-5 dan 1e-6
Laju pembelajaran	0.5
Epoch maksimal	10000
Data <i>training</i>	15, 30, 45 dan 60 pola sidik jari
Data <i>testing</i>	120 pola citra sidik jari

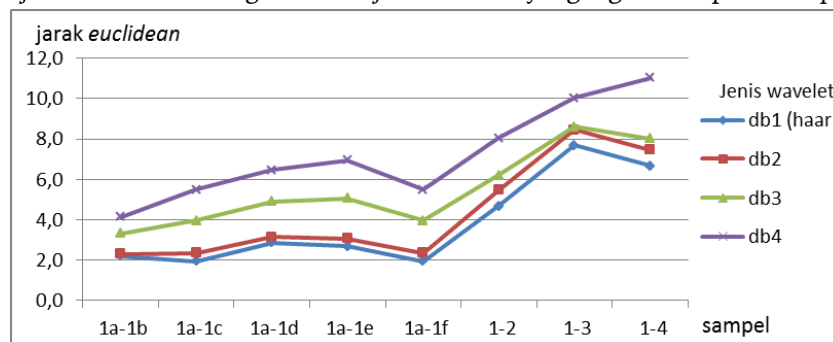
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini meliputi hasil pengujian pengaruh jenis wavelet terhadap tingkat kemiripan ciri yang dihasilkan, dan pengujian untuk mengetahui pengaruh besar basis data latih dan besar *MSE* jaringan terhadap tingkat kesuksesan pengenalan. Sebelum ditransformasi citra sidik jari terlebih dahulu melewati beberapa tahap pengolahan awal, yaitu: proses perbaikan citra menggunakan *fft*, binerisasi dan *thining*.



Gambar 6. Pengolahan awal citra sidik jari

Untuk menguji pengaruh jenis wavelet terhadap ciri keluaran yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan analisis jarak euclidean. Jarak euclidean digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan atau ketidaksamaan dua vektor ciri. Tingkat kesamaan dinyatakan dengan sebuah skor atau ranking. Semakin kecil nilainya, semakin dekat kesamaan dua vektor tersebut. Gambar 7. memperlihatkan hasil dari perhitungan jarak Euclidean dengan variasi jenis wavelet yang digunakan pada sampel 1.



Gambar 7. perhitungan jarak euclidean

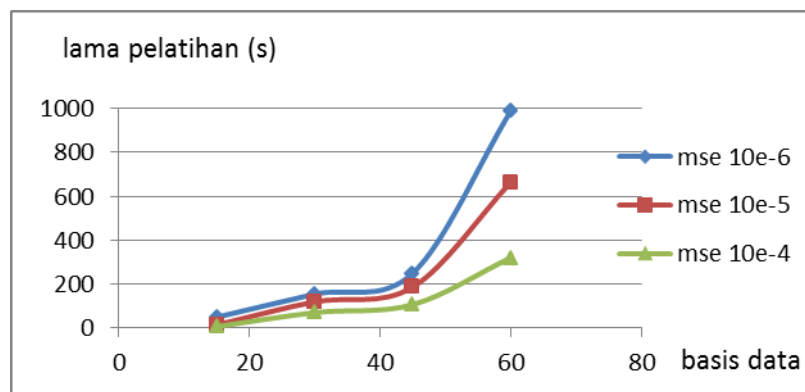
Dari hasil analisis didapatkan hasil bahwa semua jenis wavelet memiliki kinerja yang baik dalam menghasilkan ciri dari citra sidik jari. Hal ini bisa dilihat pada grafik Gambar 7, ketika dilakukan analisis untuk citra uji dari sampel yang sama dengan citra basis jarak euclidean yang dihasilkan selalu lebih kecil dibandingkan ketika citra uji dari sampel yang berbeda dengan citra basis. Ini menunjukkan bahwa wavelet bisa memberikan ciri yang identik untuk citra dari sampel yang sama. Dari keempat jenis wavelet, ketika dilakukan analisis jarak euclidean antara citra uji dan citra basis dari sampel yang sama jarak terkecil dihasilkan oleh wavelet haar (db1) dan terbesar dihasilkan oleh wavelet db4., jarak terkecil untuk citra basis dan uji dari sampel yang sama ketika menggunakan wavelet jenis haar yaitu sebesar 1,9 dan terbesar 2,9 sedangkan untuk citra basis dan citra uji dari sampel yang berbeda diperoleh jarak diatas 4,7.

Pengujian jaringan dilakukan dengan menghitung ukuran performansi jaringan dalam melakukan identifikasi dengan parameter *precision* (*P*), *recall* (*R*), dan *accuracy* (*A*) seperti yang dilakukan Lambelawa. M.I.J (2012). Berdasarkan Lambelawa. M.I.J (2012), *Precision* (*P*) didefinisikan sebagai rasio atau perbandingan antara jumlah citra uji yang relevan dengan total citra yang diujikan pada setiap sampel. *Recall* (*R*) didefinisikan sebagai rasio atau perbandingan jumlah citra basis data yang relevan dengan jumlah total citra yang digunakan sebagai basis data pada setiap sampel. Sedangkan *accuracy* (*A*) didefinisikan sebagai penjumlahan antara *P* dan *R*. Hasil yang diperoleh diperlihatkan pada Table 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan *P*, *R* dan *A*

Citra Uji	MSE : 1E-4			MSE : 1E-5			MSE : 1E-6		
	P (%)	R (%)	A (%)	P (%)	R (%)	A (%)	P (%)	R (%)	A (%)
5 sampel	83.33	100	91.67	86.67	100	93.33	93.33	100	<b>96.67</b>
10 sampel	81.67	96.67	89.17	81.67	96.67	89.17	81.67	96.67	89.17
15 sampel	81.11	93.33	87.22	82.22	93.33	87.78	84.44	93.33	88.89
20 sampel	80.83	90.00	<b>85.42</b>	84.17	95.00	89.58	86.67	96.67	91.67

Secara keseluruhan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jaringan dapat melakukan identifikasi dengan tingkat keakuratan diatas 85,0 %. Tingkat keakuratan ini dipengaruhi oleh basis data masukan dan besar MSE jaringan yang dipakai. Tingkat keakuratan menurun dengan bertambah besar basis data yang digunakan dan meningkat dengan bertambah kecil MSE yang digunakan. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya basis data yang digunakan maka variasi ciri dari sidik jari semakin banyak sehingga menyebabkan ada beberapa ciri pada data tambahan yang masuk menyerupai ciri sidik jari yang lain. Hal ini bisa diatasi dengan menambah ketelitian dari jaringan yaitu menambah besar MSE yang dipakai. Dengan menambah ketelitian jaringan dapat meningkatkan kembali keakuratan jaringan dalam melakukan identifikasi. Namun hal ini juga menimbulkan permasalahan baru yaitu waktu pelatihan jaringan semakin besar. Gambar 8. menunjukkan perubahan waktu latih yang dibutuhkan terhadap peningkatan basis data latih.



Gambar 8. grafik pengaruh basis data dan besar mse terhadap lama pelatihan



## SIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Hasil dekomposisi transformasi wavelet level 5 semua jenis wavelet memberikan ciri yang identik untuk pola citra sidik jari sampel yang sama. Ini dibuktikan dengan nilai dari jarak *euclidean* yang kecil. Jarak *euclidean* terkecil diperoleh oleh db1 sebesar 1,9 dan terbesar diperoleh oleh db4 sebesar 6,1.
2. Identifikasi citra sidik jari dengan transformasi wavelet dan jaringan syaraf tiruan propagasi balik sebagai pengambil keputusannya memberikan unjuk kerja yang baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai keakuratan yang tinggi dalam melakukan identifikasi yaitu sebesar 96,67 % untuk basis data latih 5 sampel sidik jari (15 pola) dan MSE jaringan  $10^{-6}$  dan terendah sebesar 85,42% untuk basis data latih 20 sampel sidik jari (60 pola) dan nilai MSE jaringan  $10^{-4}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. G. 2010. *Diktat Mata Kuliah Pengantar Kecerdasan Buatan*. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. Universitas Pendidikan Bandung.
- Abdul-Haleem, M. G., L. E. George & H. M. Al-Bayti. 2014. *Fingerprint Recognition Using Haar Wavelet Transform and Local Ridge Attributes Only*. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. Vol. 4, issue 1, January 2014. ISSN: 2277128x
- Elvayandri. 2002. *Sistem Keamanan Akses Menggunakan Pola Sidik Jari Berbasis Jaringan Saraf Tiruan*. Proyek Akhir Keamanan Sistem Informasi.
- Gunawan, A. A.S., W. Gazali & B. Senjaya. 2012. *Analisis Sistem Identifikasi Sidik Jari Berbasis Minutiae dan Non-Minutiae*. Seminar Nasional SEMANTICS. Bina Nusantara University, Jakarta, 14 Juli 2012. ISBN: 978 602 99817 1 1.
- Gonzalez, R. C., R. E. Woods & S. L. Eddins. 2009. *Digital Image Processing Using MATLAB*. Gatesmark Publishing.
- Jain,A.A., A. A. Ross dan K. Nandakumar. 2011. *Introduction to Biometric*. Springer
- Kashyap, K. Yadav, Meenakshi. 2013. *Fingerprint Matching Using Neural Network Training*. International Journal of Engineering and Computer Science. ISSN: 2319-7242. Vol 2 Issue 6 June 2013
- Kusumadewi, Sri.2003. *Artificial Intelligence*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- MCAndrew, A. 2004. *An Introduction to Digital Image Processing with MATLAB*. School of Computer Science and Mathematics. Victoria University of Technology
- Siang, J. J. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Sianipar, R. H. 2013. *Pemrograman MATLAB Dalam Contoh dan Penerapan*. Bandung: Informatika.
- Sianipar,R.H., H. S. Mangiri, & L. K. Wiryajati. 2013. *MATLAB untuk Pemrosesan Citra Digital*. Bandung: Informatika.
- Suryaningsih, I. M. 2007. *Analisis dan Implementasi Kompresi Gambar Menggunakan Metode Wavelet Networks*. Universitas Komputer Indonesia.Bandung
- Susilawati, I. 2009. *Analisis Wavelet Alihragam Wavelet Diskrit*. Yogyakarta: Diktat Mata Kuliah Sistem Pengolahan Isyarat Universitas Mercu Buana.
- Suroto. 2009. *Studi Penyempurnaan Identifikasi Sidik Jari Pada Algoritma Minutiae*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia
- Suta Wijaya, Gede Pasek. 2002. *Perbandingan beberapa Alihragam Wavelet untuk Pencarian Citra pada Basis Data Citra*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wijaya, M. C dan Agus Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox*. Infotmatika, Bandung.