

JARINGAN SARAF TIRUAN PADA BIOMETRIKA DETEKSI CITRA GARIS TELAPAK TANGAN DENGAN METODE BACKPROPAGATION

Satria Bagus Pamungkas A11.2009.05057
Program Studi Teknik Informatika – S1
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Nakula I No. 5-11, Semarang
satria.kesiang@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan terhadap sistem pengenalan diri (*personal recognition*) yang handal dan dapat dipercaya semakin meningkat terutama untuk sistem keamanan. Terdapat dua tipe sistem pengenalan, yaitu sistem verifikasi dan identifikasi. Sistem verifikasi bertujuan untuk menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh seseorang, sedangkan sistem identifikasi bertujuan untuk memecahkan identitas seseorang. Salah satu pendekatan dalam sistem pengenalan diri yaitu berdasarkan biometrika. Biometrika telapak tangan (*palmprint*) dipilih karena memiliki beberapa karakteristik unik. Permasalahan penting yang harus dijawab dalam sistem pengenalan telapak tangan adalah bagaimana sistem dapat mengenali ciri telapak tangan. Metode yang akan digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah metode Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. Pada penelitian ini, sampel yang digunakan sebanyak 60 citra telapak tangan milik 30 responden untuk data dalam pelatihan dan 20 citra telapak tangan milik 10 responden untuk data luar pelatihan dimana setiap responden diwakili 2 sampel telapak tangan. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini memiliki unjuk kerja cukup tinggi dalam mengenali citra, yaitu dengan tingkat keberhasilan sebesar 90% untuk data dalam pelatihan dan 100% untuk data luar pelatihan. Dari hasil tersebut diharapkan sistem mampu digunakan sebagai alat bantu verifikasi sehingga dapat meningkatkan kualitas keamanan.

Kata kunci: verifikasi, biometrika, garis telapak tangan, jaringan saraf tiruan, backpropagation

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era informasi, kebutuhan terhadap sistem pengenalan diri (*personal recognition*) secara otomatis yang handal dan dapat dipercaya semakin meningkat terutama untuk sistem keamanan^[1]. Sistem pengenalan bertujuan untuk memecahkan identitas seseorang. Seperti misalnya hak akses terhadap sesuatu, baik barang maupun tempat. Terdapat dua tipe sistem pengenalan, yaitu sistem verifikasi dan identifikasi. Sistem verifikasi berujuan untuk menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh seseorang, sedangkan sistem identifikasi bertujuan untuk memecahkan identitas seseorang.

Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk melakukan pengenalan diri secara otomatis. Pendekatan-pendekatan tersebut pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: pertama, berdasarkan pada sesuatu yang dimiliki (*possessions-based*), seperti kunci (*physical key*) dan kartu (*card*). Kedua

berdasarkan pada sesuatu yang diketahui (*knowledge-based*), seperti identitas pengguna (*userid*), PIN (*Personal Identification Number*) dan password. Dan yang ketiga, berdasarkan biometrika (*biometrics-based*), seperti sidik jari (*fingerprint*), wajah (*face*), suara (*voice*) dan lain-lain^[1].

Biometrika menurut The Biometric Consortium adalah “*Biometrics are automated methods of recognizing a person based on a physiological or behavioral characteristic*”^[2], dapat dikatakan bahwa biometrika merupakan metode otomatis yang dapat mengenali seseorang berdasarkan karakteristik fisiologis atau karakteristik perilaku. Terdapat enam biometrika yang umum dipakai untuk sistem pengenalan diri, antara lain: sidik jari (*fingerprint*), selaput pelangi (*iris*), wajah (*face*), suara (*voice*), geometri tangan (*hand geometry*), dan tanda tangan (*signature*)^[1].

Telapak tangan (*palmprint*) merupakan biometrika yang masih relatif baru diteliti dan

digunakan untuk sistem pengenalan diri. Publikasi pertama tentang sistem pengenalan biometrika telapak tangan adalah tahun 1998 (Zhang,2004)^[1]. Menurut Wei Shu dan David Zhang “*Palmpoint, which has been used as a positive human identifier for more than 100 years, is still considered as one of the most reliable means distinguishing a person from the others due to its stability and uniqueness*”^[3] dari pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa telapak tangan dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk pengenalan diri seseorang karena karakteristik telapak tangan stabil dan memiliki keunikan.

Telapak tangan (*palmpoint*) memiliki beberapa karakteristik unik, diantaranya: ciri-ciri geometri seperti panjang, lebar, dan area telapak tangan, garis-garis prinsip seperti: garis hati, garis kepala, dan garis kehidupan, garis-garis kusut/lemah, dan ciri-ciri minusi^[1]. Ciri geometri mudah dipalsu, ciri minusi hanya dapat dihasilkan dari citra resolusi tinggi. Garis-garis prinsip dan kusut, yang sering disebut dengan ciri-ciri garis (rajah) saja, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan ciri-ciri yang dihasilkan biometrika lainnya, antara lain: dapat diperoleh dari citra resolusi rendah, alat yang digunakan untuk proses akuisisi cukup murah, sulit dipalsu, dan ciri-ciri garis tangan bersifat stabil karena sedikit mengalami perubahan dalam kurun waktu lama.

Permasalahan penting yang harus dijawab dalam sistem pengenalan telapak tangan adalah bagaimana sistem dapat mengenali ciri telapak tangan. Metode yang akan digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah metode *Backpropagation*. *Backpropagation* merupakan salah satu metode dalam jaringan saraf tiruan atau *Artificial Neural Network* yang merupakan model jaringan neural yang meniru prinsip kerja dari neuron otak manusia (neuron biologis). Jaringan saraf tiruan memiliki kemampuan seperti dimiliki otak manusia, yaitu: kemampuan untuk belajar dari pengalaman, kemampuan melakukan perumpamaan (*generalization*) terhadap input baru dari pengalaman yang dimilikinya, dan kemampuan memisahkan (*abstraction*) karakteristik penting dari input yang mengandung data yang tidak penting^[4].

1.2 Tujuan

Tujuan dari laporan tugas akhir yang dibuat oleh penulis ini adalah “Terwujudnya

sebuah sistem jaringan saraf tiruan yang dapat mendeteksi biometrika citra garis telapak tangan, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu verifikasi identitas seseorang untuk meningkatkan kualitas keamanan dengan metode *Backpropagation*”

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari penyimpangan dari judul dan tujuan yang sebenarnya serta keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis, maka penulis membuat ruang lingkup dan batasan permasalahan pada pembuatan Tugas Akhir ini pada :

1. Membuat suatu aplikasi berbasis jaringan saraf tiruan yang dapat mendeteksi garis telapak tangan sehingga dapat digunakan untuk memverifikasi identitas seseorang.
2. Output verifikasi identitas berupa data angka derajat kecocokan yang direpresentasikan dengan visualisasi biner (cocok dan tidak cocok).
3. Citra acuan menggunakan citra garis telapak tangan kiri manusia normal (tidak terdapat luka/cacat).
4. Aplikasi yang dibuat adalah berbasis desktop dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB R2010a.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biometrik

Biometrik (biometrics) merupakan teknologi otentifikasi identitas seseorang dengan membuktikan sebuah karakteristik pribadi^[6].

Biometrik (berasal dari bahasa Yunani bios yang artinya hidup dan metron yang artinya mengukur) secara umum adalah studi tentang karakteristik biologi yang terukur. Dalam dunia teknologi informasi, biometrik relevan dengan teknologi yang digunakan untuk menganalisa fisik dan kelakuan manusia dalam autentifikasi.

Keunggulan sistem biometrika^[7] adalah sebagai berikut:

1. Biometrika tidak dapat hilang (fisik) atau terlupa (perilaku) kecuali karena faktor trauma.
2. Biometrika sulit untuk di-kopi/ditiru ataupun dipindah tangankan ke pihak lain.
3. Biometrika mengharuskan orang yang bersangkutan untuk ada ditempat identifikasi dilakukan.

Pengidentifikasian biometrik sangat khas, karakteristik yang terukur digunakan untuk

mengidentifikasi individu. Dua kategori pengidentifikasi biometrik meliputi karakteristik fisiologis dan perilaku. Karakteristik fisiologis berhubungan dengan bentuk tubuh, dan termasuk tetapi tidak terbatas pada: sidik jari, pengenalan wajah, DNA, telapak tangan, geometri tangan, pengenalan iris (yang sebagian besar telah diganti retina), dan bau/aroma. Karakteristik perilaku terkait dengan perilaku seseorang, termasuk namun tidak terbatas pada: Ritme mengetik, kiproah, dan suara

2.2 Telapak Tangan

Telapak tangan (*palmprint*) merupakan biometrika yang relatif baru diteliti dan digunakan untuk sistem pengenalan^[1]. Telapak tangan dikembangkan sebagai biometrika karena memiliki ciri yang lebih banyak dibandingkan sidik jari. Permukaan telapak tangan yang luas diharapkan dapat menghasilkan ciri yang memiliki kemampuan pembeda yang lebih handal^[8].

Menurut Tahta Galuh Sari (2011)^[9], ciri yang dimiliki oleh telapak tangan adalah sebagai berikut:

1. Ciri geometri (*geomety features*)
Ciri ini menyangkut bentuk geometri telapak tangan seperti panjang, lebar, dan luas area tangan. Ciri ini jumlahnya sedikit, mudah diperoleh, dan mudah dipalsukan.
2. Ciri garis-garis utama (*principal-line features*)
Garis-garis utama dapat digunakan untuk membedakan antara satu orang dengan orang lain. Garis-garis ini bersifat unik, stabil, dan sedikit mengalami perubahan dalam satu kurun waktu yang cukup lama. Terdapat tiga jenis garis utama, yaitu garis hati (*heart line*), garis kepala (*head line*), dan garis kehidupan (*life line*).
3. Ciri garis-garis kusut (*wrinkle features*)
Telapak tangan banyak mengandung garis kusut atau tipis yang sifatnya berbeda dengan garis utama. Garis-garis ini mampu menghasilkan ciri yang lebih rinci.
4. Ciri titik delta (*delta-point features*)
Terdapat lima daerah delta, seperti daerah pada akar jari-jari dan di luar daerah jari-jari. Titik ini bersifat stabil, namun sulit untuk memperoleh ciri ini dari citra telapak tangan resolusi rendah.
5. Ciri minusi (*minutiae features*)

Minusi merupakan pola bukit dan lembah pada permukaan telapak tangan seperti pada sidik jari. Ciri minusi hanya dapat diperoleh pada citra telapak tangan yang beresolusi tinggi dan membutuhkan komputasi tinggi.

2.3 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia (JSB) (Idhawati Hestingsih,2007).

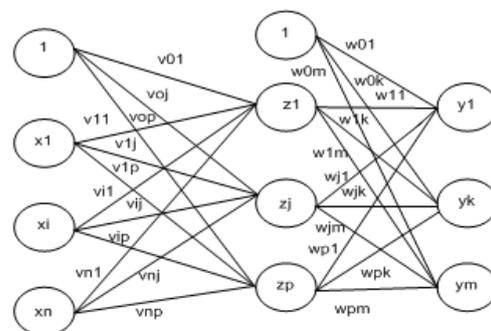
Kelebihan-kelebihan yang diberikan oleh jaringan saraf tiruan^[10] antara lain:

1. Belajar *Adaptive*: kemampuan untuk mempelajari bagaimana melakukan pekerjaan berdasarkan data yang diberikan untuk pelatihan atau pengalaman awal.
2. *Self-Organisation*: Sebuah jaringan saraf tiruan dapat membuat organisasi sendiri atau representasi dari informasi yang diterimanya selama waktu belajar.
3. *Real Time Operation*: Perhitungan jaringan saraf tiruan dapat dilakukan secara paralel sehingga perangkat keras yang dirancang dan diproduksi secara khusus dapat mengambil keuntungan dari kemampuan ini.

2.4 Metode Backpropagation

Backpropagation adalah metode penurunan gradien untuk meminimalkan kuadrat error keluaran^[10]. Ada tiga tahap yang harus dilakukan dalam pelatihan jaringan, yaitu tahap perambatan maju (*forward propagation*), tahap perambatan balik, dan tahap perubahan bobot dan bias.

Arsitektur jaringan ini terdiri dari *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*.



Gambar 2.1 Jaringan Saraf *Backpropagation* Dengan 1 Lapisan Tersembunyi

III. METODE PENELITIAN

3.1 Arsitektur Utama Jaringan Saraf Tiruan

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem jaringan saraf tiruan biometrika yang dapat digunakan untuk membantu proses verifikasi identitas seseorang. Untuk dapat memberikan gambaran jelas mengenai alur verifikasi citra garis telapak tangan maka perlu dibuatkan sebuah *blueprint* dari metode Backpropagation ini.



Gambar 3.1 Arsitektur Utama Jaringan Saraf Tiruan

Pada arsitektur jaringan saraf tiruan di atas, data citra telapak tangan merupakan sumber data utama. Langkah selanjutnya adalah pra pengolahan data yaitu berupa pemotongan citra, perbaikan citra dan ekstraksi ciri yang dijadikan sebagai parameter acuan. Selanjutnya, berdasarkan hasil ekstraksi ciri dilakukan pelatihan menggunakan jaringan saraf tiruan *Backpropagation* untuk didapatkan bobot yang digunakan sebagai acuan pada saat pengujian. Kemudian data acuan yang telah dilatih akan diuji dengan citra uji yang menghasilkan akurasi, dimana akurasi tertinggi dan terendah digunakan sebagai acuan persentase kecocokan. Akhirnya hasil yang dicapai yaitu menunjukkan derajat kecocokan dari setiap citra uji.

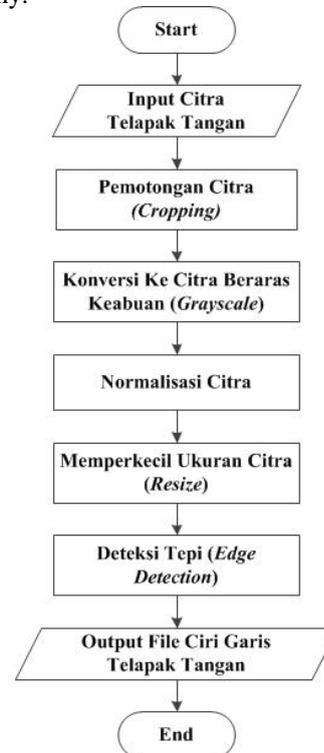
3.2 Perancangan Sistem

Pada sistem yang dibuat peneliti terdapat 2 proses utama yang harus dilalui. Pertama proses pra pengolahan data untuk menghasilkan ciri garis telapak tangan yang digunakan sebagai parameter acuan. Kedua proses verifikasi yaitu proses pencocokan antara citra uji dengan citra acuan. Masing-masing proses akan dirancang menggunakan *flowchart* agar lebih mudah dipahami.

1. Pra Pengolahan

Pra pengolahan merupakan tahap awal untuk mendapat file ciri garis telapak tangan yang bersumber dari citra telapak tangan yang telah dikumpulkan oleh peneliti. Metode yang digunakan pada pra

pengolahan yaitu metode deteksi tepi Canny.



Gambar 3.2 Flowchart Proses Pra Pengolahan Data

2. Proses Verifikasi

Proses verifikasi merupakan proses selanjutnya setelah prapengolahan. Hasil dari prapengolahan digunakan sebagai citra acuan dimana citra acuan ini akan dilatih menggunakan jaringan saraf tiruan *Backpropagation* dan kemudian akan diujikan dengan citra uji untuk mengetahui derajat kecocokan.



Gambar 3.3 Flowchart Proses Verifikasi

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan penelitian ini, menggunakan 60 citra acuan telapak tangan milik 30 responden dengan 2 citra untuk setiap responden. Citra - citra acuan tersebut akan dilatih menggunakan jaringan saraf tiruan *Backpropagation*, kemudian 60 citra acuan tersebut diujikan terhadap sampel yang telah dilatih untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem. Persamaan untuk tingkat keberhasilan adalah:

$$\%Keberhasilan = \frac{\sum Benar}{\sum Data} \times 100\%$$

Kemudian dilakukan juga pengujian menggunakan data di luar citra acuan. Untuk data di luar citra acuan menggunakan 20 citra telapak tangan milik 10 responden dengan 2 citra untuk setiap responden. Pengujian data di luar citra acuan bertujuan untuk mengetahui sejauhmana sistem dapat membedakan antara sampel citra yang asli dengan sampel citra yang palsu.

4.1 Hasil Kinerja Sistem Dengan Data Yang Dilatihkan

Tabel 4.1 Hasil Kinerja Sistem Dengan Data Yang Dilatihkan

Berkas Citra	Akurasi	Hasil	Keterangan
0.bmp	3,05965	Cocok	Benar
1.bmp	3,80708	Cocok	Benar
2.bmp	3,96226	Cocok	Benar
3.bmp	3,46156	Cocok	Benar
4.bmp	3,45178	Cocok	Benar
5.bmp	3,55321	Cocok	Benar
6.bmp	0,428049	Tidak Cocok	Salah
7.bmp	2,91699	Cocok	Benar
8.bmp	3,52355	Cocok	Benar
9.bmp	1,27649	Tidak Cocok	Salah
10.bmp	3,47749	Cocok	Benar
11.bmp	3,35696	Cocok	Benar
12.bmp	3,44203	Cocok	Benar
13.bmp	3,55678	Cocok	Benar
14.bmp	3,06744	Cocok	Benar
15.bmp	3,37081	Cocok	Benar
16.bmp	3,49078	Cocok	Benar
17.bmp	3,65887	Cocok	Benar
18.bmp	3,34635	Cocok	Benar
19.bmp	3,9151	Cocok	Benar
20.bmp	3,57787	Cocok	Benar
21.bmp	3,56741	Cocok	Benar

22.bmp	3,43659	Cocok	Benar
23.bmp	3,77627	Cocok	Benar
24.bmp	3,56714	Cocok	Benar
25.bmp	3,85051	Cocok	Benar
26.bmp	3,49819	Cocok	Benar
27.bmp	0,417157	Tidak Cocok	Salah
28.bmp	2,70744	Tidak Cocok	Salah
29.bmp	3,48182	Cocok	Benar
30.bmp	3,67358	Cocok	Benar
31.bmp	3,46672	Cocok	Benar
32.bmp	3,58373	Cocok	Benar
33.bmp	3,71438	Cocok	Benar
34.bmp	2,99389	Cocok	Benar
35.bmp	3,23012	Cocok	Benar
36.bmp	3,62922	Cocok	Benar
37.bmp	2,88383	Cocok	Benar
38.bmp	3,37628	Cocok	Benar
39.bmp	3,43677	Cocok	Benar
40.bmp	3,13383	Cocok	Benar
41.bmp	3,4151	Cocok	Benar
42.bmp	3,6613	Cocok	Benar
43.bmp	2,05262	Tidak Cocok	Salah
44.bmp	3,15912	Cocok	Benar
45.bmp	3,99405	Cocok	Benar
46.bmp	3,28961	Cocok	Benar
47.bmp	3,1972	Cocok	Benar
48.bmp	3,28933	Cocok	Benar
49.bmp	3,357	Cocok	Benar
50.bmp	3,25974	Cocok	Benar
51.bmp	2,89529	Cocok	Benar
52.bmp	3,66095	Cocok	Benar
53.bmp	3,54608	Cocok	Benar
54.bmp	3,59588	Cocok	Benar
55.bmp	3,82585	Cocok	Benar
56.bmp	3,22141	Cocok	Benar
57.bmp	3,60826	Cocok	Benar
58.bmp	2,95602	Cocok	Benar
59.bmp	0,602863	Tidak Cocok	Salah

$$\begin{aligned} \%Keberhasilan &= \frac{\sum Benar}{\sum Data} \times 100\% \\ &= \frac{54}{60} \times 100\% = 90\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Kegagalan &= \frac{\sum Salah}{\sum Data} \times 100\% \\ &= \frac{6}{60} \times 100\% = 10\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari 60 citra acuan, sistem berhasil

mengenali citra sebanyak 54 citra. Sehingga tingkat keberhasilan sistem sebesar 90% dan tingkat kegagalan sistem sebesar 10%.

Kegagalan pengenalan pada jaringan saraf tiruan ini diakibatkan oleh sedikitnya ciri citra garis telapak tangan yang didapat dari file citra asli setelah melalui proses pra pengolahan sehingga jaringan saraf tiruan tidak mampu mengenali citra uji tersebut. Perolehan ciri citra garis telapak tangan yang sedikit dari file citra asli setelah melalui proses pra pengolahan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya: tingkat penerangan yang berbeda, posisi pengampilan telapak tangan yang tidak tepat dan file citra asli tidak fokus (*blur*).

4.2 Hasil Kinerja Sistem Dengan Data Luar

Tabel 4.2 Hasil Kinerja Sistem Dengan Data Luar

Berkas Citra	Akurasi	Hasil	Keterangan
0.bmp	0,754341	Tidak Cocok	Benar
1.bmp	0,921508	Tidak Cocok	Benar
2.bmp	1,02485	Tidak Cocok	Benar
3.bmp	0,96393	Tidak Cocok	Benar
4.bmp	0,784373	Tidak Cocok	Benar
5.bmp	0,935641	Tidak Cocok	Benar
6.bmp	0,586734	Tidak Cocok	Benar
7.bmp	0,605562	Tidak Cocok	Benar
8.bmp	0,619755	Tidak Cocok	Benar
9.bmp	0,808074	Tidak Cocok	Benar
10.bmp	0,985709	Tidak Cocok	Benar
11.bmp	1,07241	Tidak Cocok	Benar
12.bmp	0,596131	Tidak Cocok	Benar
13.bmp	0,912161	Tidak Cocok	Benar
14.bmp	0,664471	Tidak Cocok	Benar
15.bmp	0,984383	Tidak Cocok	Benar
16.bmp	0,674841	Tidak	Benar

17.bmp	0,704765	Cocok Tidak Cocok	Benar
18.bmp	1,01967	Tidak Cocok	Benar
19.bmp	1,025	Tidak Cocok	Benar

$$\begin{aligned} \%Keberhasilan &= \frac{\sum \text{Benar}}{\sum \text{Data}} \times 100\% \\ &= \frac{20}{20} \times 100\% = 100\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan sistem terlihat bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100% untuk mengenali citra garis telapak tangan untuk data luar.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem jaringan saraf tiruan deteksi citra garis telapak tangan dengan metode *Backpropagation* memiliki unjuk kerja yang cukup tinggi, dengan tingkat keberhasilan pengenalan berkas garis telapak tangan yang diujikan sebesar 90% dan tingkat kegagalan sistem sebesar 10%.
2. Untuk pengujian menggunakan berkas garis telapak tangan diluar data acuan sistem menunjukkan unjuk kerja yang tinggi dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Berdasarkan kemampuan mengenali berkas garis telapak tangan diluar data acuan tersebut diharapkan sistem mampu digunakan sebagai alat bantu verifikasi sehingga dapat meningkatkan kualitas keamanan.

5.2 Saran

Penulis sadar bahwa penelitian ini sederhana dan masih banyak kekurangan yang sebenarnya dapat membuat hasil penelitian yang lebih sempurna. Untuk meningkatkan kinerja dan menyempurnakan sistem jaringan saraf tiruan yang telah dibuat, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Penelitian dapat dilanjutkan dengan secara *real time*, yang dapat dilakukan dengan cara menghubungkan alat

- pemindai telapak tangan dan perangkat lunak secara langsung.
2. Proses pra pengolahan citra dapat dibuat lebih kompleks sehingga dapat memperoleh ciri citra garis telapak tangan yang lebih detail.
 3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode - metode JST lainnya seperti metode HEBB, PERCEPTRON, ART, atau Neocognitron kemudian dibandingkan agar diperoleh metode yang terbaik untuk mengenali garis telapak tangan
- [10] Sutojo, T, S.Si., M.Kom., dkk. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ketut Gede Darma Putra. 2012. *Sistem Verifikasi Biometrika Telapak Tangan Dengan Metode Fraktal Dan Lacunarity*. Universitas Udayana, Bali.
- [2] <http://www.biometrics.org/introduction.php> diakses tanggal 25 Maret 2013.
- [3] Wei, S. & David, Z. 1998. *Palmprint Verification: An Implementation of Biometric Technology*. Department of Automation, Tsinghua University, Beijing, P. R. China and Department of Computer Science, City University of Hong Kong, Kowloon, Hong Kong.
- [4] Putra, Darma.2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [5] I Ketut Gede Darma Putra. 2007. *Sistem Verifikasi Menggunakan Garis-Garis Telapak Tangan*. Vol 6, No 2 Teknologi Elektro Universitas Udayana, Bali.
- [6] Shelli dkk. 2011. *Discovering Computers*. 3th ed. Jakarta: Penerbit Salemba Infotek.
- [7] Eko Nugroho, Ir., M.Si., Dr. 2009. *Biometrika Mengenal Sistem Identifikasi Masa Depan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [8] Mughni, Ilham dkk, 2012. *Sistem Identifikasi Berdasarkan Ciri Garis-Garis Utama Telapak Tangan Menggunakan Metod Overlapping Block*. Universitas Diponegoro, Jawa Tengah.
- [9] Sari, Tahta G. 2011. "Biometric Pamlprint." *Studi Dalam: Sistem Biometrika*, Putra, Darma. Penerbit Andi dan *Sistem Verifikasi Biometrika Telapak Tangan Dengan Metode Fraktal Dan Lacunarity*, Ketut Gede Darma Putra. 2012. Universitas Udayana, Bali.