

MENGENALI PERILAKU DAN KEPRIBADIAN MANUSIA BERDASARKAN POLA SIDIK JARI MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Dian Analis, Emy Setyaningsih

Program Studi Sistem Komputer

Institut Sains Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jln. Kalisahak No 28 Komplek Balapan, Yogyakarta, Telp. +62-274-563029,

e-mail : emypurnomo@akprind.ac.id

Abstrak

Dewasa ini disiplin ilmu mengenai kecerdasan buatan berkembang pesat melaju bersama kecepatan perkembangan teknologi komputer. Kecerdasan buatan yang dimaksudkan adalah membuat suatu sistem agar komputer bisa berfikir layaknya manusia. Salah satu implementasi kecerdasan buatan adalah pengenalan pola sidik jari, dimana proses pengenalan pola itu sendiri dilakukan dengan melatih komputer agar komputer mempelajari suatu bentuk pola yang dimasukkan dan mampu untuk mengenali bentuk pola yang akan diujikan. Sebagai contoh implementasi pengenalan pola adalah pada bidang psikologi, dimana bentuk pola sidik jari seseorang dapat digunakan untuk mengenali perilaku dan kepribadiannya. Dalam makalah ini penulis mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan untuk mengenali perilaku dan kepribadian seseorang berdasarkan pola sidik jari dengan menggunakan metode forward chaining. Sistem ini mampu menganalisis kombinasi pola sidik jari vortex atau sinus berdasarkan pengujian menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan prosentase dikenali pola sinus atau vortex lebih besar dari 50%, apabila prosentase terkenali sebagai pola sinus lebih besar daripada prosentase pola vortex, maka pola sidik jari akan terkenali sebagai pola sinus, begitu juga sebaliknya. Selanjutnya aplikasi ini akan menganalisis kombinasi pola sidik jari dengan mencocokkan berdasarkan pohon keputusan, dimana terdapat 32 kombinasi sidik jari yang dikenali untuk menentukan perilaku dan kepribadian dari user. Dalam aplikasi ini terdapat 3 macam informasi yang dapat disajikan yaitu, informasi tentang kepribadian, keberuntungan dan perhatian dengan menggunakan software Delphi 6. Keakuratan proses konsultasi kepribadian pada aplikasi ini sangat tergantung pada input citra sidik jari yang dilakukan oleh pengguna (user).

Kata Kunci : KecerdasanBuatan, Pengenalan Pola, Forward Chaining, Sidik Jari, Sinus, Vortex, Kepribadian.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini disiplin ilmu mengenai kecerdasan buatan berkembang pesat melaju bersama kecepatan perkembangan teknologi komputer. Kecerdasan buatan yang

dimaksudkan adalah membuat suatu sistem supaya komputer bisa berfikir layaknya manusia. Misalnya kemampuan otak manusia dalam mengenali sidik jari milik seseorang dapat dilakukan oleh komputer. Proses pengenalan pola itu sendiri dilakukan dengan melatih komputer agar komputer mempelajari suatu bentuk pola yang dimasukkan dan mampu untuk mengenali bentuk pola yang akan diujikan. [1].

Salah satu contoh implementasi dari pengenalan pola sidik jari adalah di dunia kepolisian, sidik jari digunakan untuk proses identifikasi pelaku kasus kriminalitas. Keakuratan sidik jari dalam memecahkan persoalan kriminal sudah dibuktikan bertahun-tahun yang lalu, karena tidak satupun sidik jari manusia di dunia ini yang kembar. Selain itu, ternyata sidik jari tidak hanya bermanfaat di dunia kepolisian, tetapi juga di kalangan psikolog. Kombinasi pola sidik jari yang dikenali ini dapat digunakan untuk mengetahui kepribadian seseorang karena sidik jari tiap orang berbeda-beda dan tidak berubah sepanjang hidupnya.[2]

Pada makalah ini akan mengidentifikasi citra digital berupa gambar sidik jari sehingga ditemukan bentuk pola sidik jari yang dapat digunakan untuk mengetahui kepribadian dan perilaku seseorang yang merupakan pengembangan dari penelitian dari Setyaningsih[3]. Bentuk pola sidik jari yang digunakan adalah 2 bentuk pola dari 3 bentuk pola sidik jari manusia. Bentuk pola yang digunakan adalah bentuk pola *vortek* dan *sinus* pada kelima jari tangan kanan wanita dan kelima jari tangan kiri pria, yang selanjutnya kombinasi pola yang didapatkan tersebut digunakan untuk mengenali perilaku dan kepribadian seseorang menggunakan metode penalaran maju (*forward chaining*). Sedangkan bentuk pola *arcus* tidak digunakan untuk mengenali perilaku dan kepribadian seseorang, karena hanya terdapat pada manusia purba. Menurut teori evolusi pola *arcus* berevolusi ke pola *sinus* dan terus menerus ke pola *vortex*. [2]

1.1. Citra Digital

Citra digital merupakan suatu matriks yang terdiri dari baris (x) dan kolom (y), dimana setiap pasangan indeks baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra yang diimplementasikan dalam koordinat $f(x,y)$. Nilai matriksnya menyatakan nilai kecerahan titik tersebut. Titik-titik tersebut dinamakan sebagai elemen citra atau piksel (*picture element*). Citra yang terlihat merupakan cahaya yang direfleksikan dari sebuah objek. Fungsi $f(x,y)$ dapat dilihat sebagai fungsi dengan dua unsur. Unsur yang pertama merupakan kekuatan sumber cahaya yang melingkupi pandangan kita terhadap objek (*illumination*). Unsur yang kedua merupakan besarnya cahaya yang direfleksikan oleh objek ke dalam pandangan kita (*reflectance components*). Keduanya dituliskan sebagai fungsi $i(x,y)$ dan $r(x,y)$ yang digabungkan sebagai perkalian fungsi untuk membentuk fungsi $f(x,y)$. Fungsi $f(x,y)$ dapat dituliskan dengan persamaan : $f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$ [4]

1.2. Pendeteksian Tepi

Yang dimaksud dengan tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajad keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat, erbedaan intensitas inilah yang menampakkan rincian pada gambar. Tujuan dari pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra, sehingga bentuk lekukan garis-garis pada sidik jari akan lebih terlihat jelas agar dapat ditentukan jenisnya. Dengan cara menentukan lokasi titik-titik yang merupakan tepi objek. Banyak

bentuk *mask* yang dapat dipakai dalam operasi ini, misalnya operator Robert, Prewitt, Sobel, Canny, Laplacian, dan Laplacian Gaussian. Konvolusi dengan mask tadi digunakan untuk menghitung keabuan atau warna hasil.

Pencarian tepi dapat dilakukan dengan menghitung selisih atau deferensi antara 2 buah titik yang bertetangga, sehingga diperoleh nilai gradian (turunan order pertama) citra. Diferensi diambil secara diagonal untuk mendapatkan *mask* yang berbentuk bujursangkar, dan diperoleh 2 *mask* mengakomodasi kedua arah diagonal. Hasil konvolusi citra asal dengan kedua *mask* tersebut kemudian digabungkan dengan cara tertentu sehingga menghasilkan nilai yang dapat digunakan untuk menentukan apakah sebuah titik merupakan tepi objek dalam citra. Biasanya tepi nail (hasil positif) dan tepi turun (hasil negatif) tidak dibedakan, sehingga diambil nilai absolutnya.

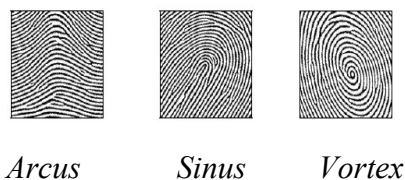
1.3. Sidik Jari

Salah satu bentuk pola dalam mengenali identitas seseorang yaitu dengan menggunakan pola sidik jari (sistem identifikasi biometrik). Hal ini disebabkan karena sifat-sifat yang dimiliki sidik jari diantaranya :

1. *Perennial nature*, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit manusia 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.

Berdasarkan klasifikasi pola sidik jari dapat dinyatakan secara umum ke dalam 3 bentuk [2], yaitu :

1. *Arch(arcus)* bentuknya seperti busur, melengkung, melintang terhadap arah jari.
2. *Loop (sinus)* bentuknya seperti tali untuk menjerat, mulai dari pinggir menuju ke tengah, balik lagi ke pinggir, terbuka ke arah kiri atau kanan jari. Ciri utama pola ini adalah terdapat satu *triple-as* yakni satu titik dengan tiga sumbu.
3. *Whorl (vortex)* bentuknya seperti pusaran air, terdapat pusat di tengah, melingkar makin lebar ke pinggir. Ciri utama adalah terdapat dua *triple-as* yakni dua buah titik yang masing-masing dengan tiga sumbu.



Gambar 1. Pola Bentuk Sidik Jari

1.4. Jaringan Syarat Tiruan (JST)

JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan otak manusia, dengan asumsi bahwa :

1. pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (*neuron*).
2. Sinyal dikirim diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.

3. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
4. Setiap neuron memiliki fungsi aktivasi yang akan menentukan nilai sinyal output.

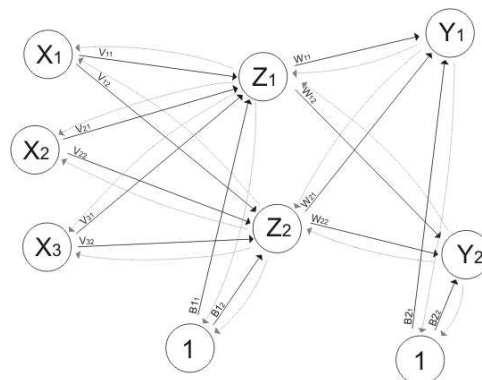
Jaringan syaraf dapat digolongkan menjadi berbagai jenis berdasarkan pada arsitekturnya, yaitu pola hubungan antar neuron-neuron, dan algoritma pelatihannya (*training*), yaitu cara penentuan nilai bobot pada penghubung [1].

Salah satu algoritma pelatihan JST yang banyak dimanfaatkan dalam bidang pengenalan pola adalah *backpropagation*. Algoritma ini umumnya digunakan pada JST yang berjenis *multi layer feed forward* yang tersusun dari beberapa lapisan dan sinyal dialirkan secara searah dari input dan output.

Algoritma pelatihan *backpropagation* pada dasarnya terdiri dari tiga tahapan, yaitu :

1. Input nilai data pelatihan sehingga diperoleh nilai output
2. Propagasi balik dari nilai error yg diperoleh
3. penyesuaian bobot koneksi untuk meminimalkan nilai error.

Ketiga tahapan tersebut diulangi terus menerus sampai mendapatkan nilai error yang diinginkan. Setelah training selesai dilakukan, hanya tahap pertama yang diperlukan untuk memanfaatkan JST tersebut. *Backpropagation* memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau beberapa layar tersembunyi [1] seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan *Backpropagation*

Seperti yang digambarkan pada proses pelatihan, maka pada proses pengujian hanya membutuhkan proses propagasi maju, sinyal masukan ($=x_i$) dipropagasikan ke layar tersembunyi dengan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit layar tersembunyi dengan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit layar tersembunyi ($=z_j$) tersebut selanjutnya dipropagasikan maju lagi ke layar tersembunyi di atasnya menggunakan fungsi aktivasi tertentu. Demikian seterusnya hingga menghasilkan keluaran jaringan ($=y_k$). Selanjutnya untuk mencari nilai dari delta hasil pada pola yang diujikan dapat dilakukan dengan mengurangi nilai input ($=x_i$) terhadap batas *error*. Setelah nilai dari delta hasil didapat, dilanjutkan dengan memandingkan nilai delta terhadap keluaran pada jaringan ($=y_k$). Nilai-nilai perbandingan itulah yang digunakan untuk mendapatkan nilai biner yang selanjutnya akan dibandingkan terhadap pola biner pada citra yang sudah dilatih secara berurutan. Setelah semua citra dibandingkan akan menghasilkan nilai yang paling mendekati

terhadap pola yang sedang diujikan. Hasil nilai perbandingan yang paling mendekati itulah yang digunakan untuk menentukan pola tersebut terkenal atau tidak [1].

1.5. Representasi Pengetahuan

Tujuan representasi pengetahuan adalah membuat struktur yang digunakan untuk membantu mengkodekan pengetahuan ke dalam program. Pengetahuan direpresentasikan ke dalam format tertentu dan akan dihimpun dalam suatu basis pengetahuan. Pengetahuan-pengetahuan yang mendukung dalam melakukan diagnosa soal-soal konsultasi direpresentasikan dalam bentuk kaidah produksi dengan pertimbangan antara lain :

1. Mudah dipahami karena bersifat deklaratif
2. Sesuai dengan jalan berfikir manusia dalam menyelesaikan masalah
3. Mudah dimodifikasi karena berbentuk modular
4. Mudah diinterpretasikan

Pengetahuan yang didapat dari proses akuisisi pengetahuan mengalami beberapa proses pengolahan sehingga sampai pada bentuk kaidah produksi, yaitu :

1. Membuat tabel keputusan, berguna untuk mendokumentasikan pengetahuan
2. Menyusun kaidah produksi.

Berikut ini akan ditampilkan representasi pengetahuan dari pola sidik jari manusia. Representasi pengetahuan ini dibentuk dalam tabel keputusan dan kaidah produksi. [5].

Tabel 1: Keputusan [2]

NO	DIAGNOSA	SINUS					VORTEX				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Harga diri, terus terang						*	*	*	*	*
2.	Tanggung jawab, berani derita	*						*	*	*	*
3.	Tipe orang kota besar		*				*		*	*	*
4.	Luwes, ramah, tenggang rasa			*			*	*		*	*
5.	Tenang, jujur, tulus				*		*	*	*		*
6.	Optimis, suka hal baru					*	*	*	*	*	
7.	Hormat suka memberi saran	*	*					*	*	*	*
8.	Tidak mudah mengalah		*	*			*			*	*
9.	Bebas, tipe orang kota			*	*		*	*			*
10.	Kuat pendirian sendiri				*	*	*	*	*		
11.	Segar bersahabat bijaksana	*	*	*						*	*
12.	Setia, mantap, teliti		*	*	*		*				*
13.	Suka pamer, bersenang			*	*	*	*	*			
14.	Merendah, suka memaafkan	*	*	*	*						*
15.	Suka menentang, mengejutkan		*	*	*	*	*				
16.	Sifat manusia biasa	*	*	*	*	*					
17.	Mudah bangkit emosi	*		*				*		*	*
18.	Lembut, sukar memutuskan		*		*		*		*		*
19.	Cepat sesal dan berhenti			*			*	*		*	*
20.	Berdiri sendiri, modern	*			*			*	*		*
21.	Tak pernah bingung, tenang		*			*	*		*	*	
22.	Mudah goyah, terharu	*				*		*	*	*	
23.	Mudah curiga, khawatir	*		*		*		*		*	
24.	Tata cara suka melampaui	*	*		*				*		*
25.	Tulus hati bersemangat		*	*		*	*			*	
26.	Peramah, pandai memikat	*		*	*			*			*
27.	Jujur, seksama		*		*	*	*		*		
28.	Tulus, teliti	*	*	*		*				*	
29.	Terlalu baik untuk satu hal	*	*		*	*			*		

Ket :

- 1 = Ibu Jari
- 2 = Jari Telunjuk
- 3 = Jari Tengah
- 4 = Jari Manis
- 5 = Jari Kelingking

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data dan Peralatan Penelitian

Keberhasilan dan keakuratan hasil penelitian tergantung pada proses pengambilan data. Data yang diperlukan dalam makalah ini adalah sebagai berikut :

1. Citra atau gambar kelima sidik jari tangan kanan untuk laki-laki dengan ukuran 40 x 40 piksel.
2. Citra atau gambar kelima sidik jari tangan kiri untuk perempuan dengan ukuran 40 x 40 piksel.

OBJEK	JARI				
	IBUJARI	TELUNJUK	TENGAH	MANIS	KELINGKING
Putra 1					
Putra 2					
Putra 3					
Putri 1					
Putri 2					

Gambar 3. Citra kelima sidik jari untuk 3 objek jari tangan putra dan 2 objek jari tangan putri

Pada makalah ini konfigurasi system yang digunakan untuk mengimplementasikan perangkat lunak yang dibangun adalah : Komputer IBM PC dengan Processor Pentium III, Hardisk 40 Gbyte, RAM 128 MByte dan scanner. Sedangkan *software* yang mendukung pembuatan program aplikasi ini adalah sebagai berikut: Sistem Operasi Windows XP Professional, Microsoft SQL Server 2000 sebagai penyimpanan data,. Borland Delphi 6 sebagai bahasa untuk perancangn system, Adobe Photoshop sebagai perangkat untuk mengolah citra dan sebagai perangkat untuk merancang *Interface* (antar muka) yang digunakan dalam pemrograman .

2.2. Sistem Pengenalan Pola Sidik Jari

Untuk dapat melatih citra dan menghasilkan target serta simuff yang akurat yang kemudian diuji untuk mengenali pola sidik jari termasuk ke dalam tipe apa menggunakan algoritma pembelajaran arsitektur *Back Propagation* sebagai berikut:

1. Ambil Gambar pola sidik jari yang akan dilatih.

2. Nilai maksimum epoch (perulangan)=1000, limit Error = 0.01, Learning Rate=0.1, dan nilai momentum=0.2.
3. Inisialisasi bobot awal secara random
4. Lakukan selama nilai epoch (perulangan) < maksimum epoch dan nilai MSE > Target error.
 - a. Setiap unit input (X_i , $i=1,2,\dots,n$, $n=40 \times 40 = 1600$) menerima sinyal (0,1) dan diteruskan ke semua unit pada lapisan tersembunyi, dan lakukan penjumlahan semua keluaran di unit tersembunyi (z_j , $j=1,2..p$, p =banyaknya jumlah lapisan tersembunyi (*hidden*)) dengan sinyal input bobot bias.
 - b. Setiap unit keluaran Y_k ($k=1,2..m$, $m=40 \times 40 = 1600$) dilakukan penjumlahan dengan bobot bias.
 - c. Setiap unit keluaran Y_k ($k=1,2..m$) menerima pola target yang berhubungan dengan pola input pembelajaran selanjutnya dilakukan perhitungan kesalahan (error)
 - d. Lakukan perubahan bobot, dan perubahan bias.
 - e. Hitung nilai rata-rata error (mean square error - MSE).
 - f. Naikan nilai epoch = epoch ++.
 - g. Ulangi langkah a di atas sampai **error** jaringan sampai mencapai nilai yang mendekati target yang diinginkan.
 - h. Tes Kondisi
5. Simpan Bobot
6. Simpan Identitas
7. Simpan Citra Biner
8. Selesai

Algoritma pengujian terhadap pola sidik jari hasil pelatihan untuk penentuan pola sinus atau vortex adalah sebagai berikut :

1. Baca jumlah pola yang sudah dilatih.
2. Lakukan mulai dari pola ke-1 (k) sampai seluruh jumlah pola
 - a. Buka citra ke-k
Lakukan selama lebar citra (i) dan selama tinggi citra (j)
 - Baca pixel [i, j]
 - Hitung net1 & net2 pada unit tersembunyi
 - Hitung delta hasil
 - Uji apakah net1 >= delta hasil ?
Jika Ya maka datahasil [i, j]=1
Jika Tidak maka datahasil [i, j]=0
 - Uji apakah datahasil [i, j] = Polaujisinus [i, j] ?
Jika Ya maka polacountsinus++
Jika Tidak maka polacountsinus = polacountsinus
 - Uji apakah datahasil[i,j]= Polaujivortex[i,j]
Jika Ya maka polacountvortex++
Jika Tidak maka polacountvortex = polacountvortex
 - b. Uji pola sinus dan vortex
 - Hitung nilai PolaHSinus= (Polacountsinus/6400)*100
 - Hitung nilai PolaHVortex= (Polacountvortex/6400)*100

3. Uji apakah PolaHSinus < 50 and PolaHVortex < 50 ,
Jika Ya maka Tampilkan Pola tidak dikenali
Jika Tidak maka Uji apakah polaHSinus $>$ polaHVortex
Jika Ya maka Tampilkan Pola dikenali sebagai sinus
Jika Tidak maka Tampilkan Pola dikenali sebagai Vortex
4. Selesai.

2.3. Sistem Pengenalan Perilaku dan Kepribadian

Berikut rancangan analogi untuk proses mengoperasikan aplikasi analisis pengenalan pola sidik jari untuk mengenal perilaku manusia langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Masukkan terlebih dahulu data basis pengetahuan dengan kendali seorang pakar. Dimana data ini nantinya akan dipakai sebagai rumusan dalam menentukan sifat-sifat kepribadian berdasarkan sidik jari.
2. Selanjutnya dalam media komunikasi user yang akan konsultasi disajikan antar muka untuk mengidentifikasi tipe masing-masing jari.
3. Gambar yang sudah dimasukkan pada tiap-tiap kotak penampungan dari masing-masing gambar jari dengan format BMP (bitmap), selanjutnya akan dilakukan perubahan gambar ke bentuk skala keabuan (*grayscale*).
4. Selanjutnya dilakukan proses pengolahan gambar dengan pendeteksian tepi (*edge detection*). Operasi ini digunakan untuk menentukan lokasi titik-titik yang merupakan tepi objek.
5. Selanjutnya akan ditentukan nilai tengah dari citra input untuk mengambil skala matriks yang sesuai dengan skala citra target sebagai bentuk perbandingan pada matriks yang sama.
6. Setelah data untuk penelitian dipersiapkan kemudian sistem akan mulai melakukan pelatihan terhadap 2 pola default, 1 untuk pola sinus dan 1 untuk pola vortex pada masing-masing yang disediakan dalam image yang di lekatkan (*embed*) pada program, dimana nilai lapisan tersembunyi serta konstanta belajarnya dirubah secara otomatis hingga mendapatkan konvergensi terbaik.
7. Selanjutnya dari hasil pelatihan tersebut kemudian pola masukan akan diuji mulai dari gambar ibu jari sampai jari kelingking.
8. Setelah pola tekenali sebagai pola sinus atau vortex user bisa melakukan proses konsultasi kepribadian dan perilaku, jika pola tidak terkenali maka input data sidik jari dapat diulang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada makalah ini, proses untuk pengolahan citra sidik jari (proses scanning, perubahan ukuran atau resolusi dan pemberian nama setiap jari) dilakukan terpisah dari sitem aplikasi ini. Kevalidan data citra sidik jari yang digunakan untuk proses konsultasi sangat tergantung pada pengguna system ini (*user*), karena system ini tidak mendeteksi tentang kepemilikan dari citra sidik jari dan ketepatan pemberian nama untuk masing-masing jari. Dalam proses pengambilan citra sidik jari dari *storage* kita berasumsi telah tepat menempatkan ke dalam aplikasi, sehingga saat sistem mengenali kepribadian seseorang dianggap telah sesuai dengan sidik jari dari pemiliknya. Hasil pengujian

terhadap sidik jari tangan dari objek putra yang diujikan dapat dilihat pada Gambar 4 dan Objek putri dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Hasil pengujian terhadap sidik jari tangan dari objek putra yang diujikan



Gambar 5. Hasil pengujian terhadap sidik jari tangan dari objek putri yang diujikan

4. SIMPULAN

Dari hasil pengujian pengenalan bentuk pola sidik jari diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Keberhasilan pendeteksian pola ini sangat dipengaruhi dari tahapan proses scanning data awal sebelum dilakukan pelatihan pola.
2. Dari hasil pengujian citra sidik jari, pengenalan pola didasarkan pada prosentasi pengenalan pola dengan ketentuan prosentasi diatas 50% pola sidik jari kita pastikan sebagai pola sinus atau vortex.
3. Keakuratan dari hasil diagnosa kepribadian ini sangat dipengaruhi oleh keberhasilan sistem dalam mengenali sidik jari sebagai pola vortex atau sinus sehingga proses scanning merupakan proses yang sangat penting.
4. Agar hasil pengujian citra sidik jari hanya dapat dikenali sebagai salah satu jenis pola saja maka perlu dilakukan pengujian dengan ukuran citra yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siang J, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, Andi Offset, Yogyakarta, 2005.
- [2] Kastama E, *Variasi Perilaku Manusia Menurut Sidik Jarinya*, Fakultas Ekonomi UI, Jakarta, 2000.
- [3] Setyaningsih E, "Mengenali Bentuk Pola Sidik Jari Sinus dan Vortex Menggunakan Jaringan Syaraf Tirua", *ACADEMIA ISTA*, Vol. 10 Edisi Khusus, Februari 2005
- [4] Gonzales R C., *Digital Image Processing Using Matlab*, Pearson Education, Inc, India, 2005.
- [5] Kusuma S, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, edisi pertama, Penerbit Graha Ilmu, Yoyakarta, 2003
- [5] Ahmad B., dan Firdaus, K., *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*, Ardi Publishing, Yogyakarta, 2005.