

Sistem Keamanan Akses Menggunakan Pola Sidik Jari Berbasis Jaringan Saraf Tiruan

Elvayandri

23200005

Projek Akhir ini, diajukan pada tanggal 24 January 2002

e-mail : eva@isrg.itb.ac.id

Abstrak :

Sistem autentifikasi data menggunakan pola sidik jari telah terbukti keakuratannya sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya seperti retina mata atau DNA. Dalam projek akhir ini, akan diusulkan Sistem Keamanan Akses dengan menggunakan pengenalan pola sidik jari berbasiskan Jaringan Saraf Tiruan (JST). Arsitektur JST yang digunakan adalah dengan menggabungkan dua arsitektur JST yaitu, arsitektur Jaringan Widrow-Hoff (JWH) dan Jaringan Propagasi Balik (JPB). Dari hasil simulasi yang didapatkan, bahwa JST dengan menggunakan gabungan arsitektur JWH-JPB akan memiliki kemampuan belajar yang lebih cepat bila dibandingkan dengan JST menggunakan hanya arsitektur JPB.

I. Pendahuluan

Sistem keamanan menggunakan sidik jari, kadang-kadang sering juga disebut sebagai sistem identifikasi biometrik. Sidik jari telah terbukti cukup akurat, aman, mudah dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya seperti retina mata atau DNA. Hal ini dapat dilihat pada sifat yang dimiliki oleh sidik jari, antara lain :

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.

Dari ketiga sifat ini, sidik jari dapat digunakan sebagai sistem identifikasi yang dapat digunakan dalam aplikasi teknologi informasi seperti :

1. *Access System Security*, yaitu akses untuk masuk ke suatu area atau ruangan tertentu yang *restricted*.
2. *Authentification System*, yaitu untuk akses data yang sifatnya rahasia dan terbatas (misalnya data pada perbankan, militer dan diplomatik).

Contoh aplikasi sidik jari yang digunakan dalam teknologi informasi, dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1 Perangkat akses menggunakan sidik jari ^[7]



Gambar 2 Perangkat keamanan akses menggunakan sidik jari ^{[5][6]}

Dalam pengerjaan proyek akhir ini akan dibuat pengenalan pola sidik jari berbasis Jaringan Saraf Tiruan yang dapat digunakan sebagai Sistem Keamanan Akses (*Access System Security*). Hasil penelitian pengenalan pola sidik jari yang telah dilakukan pada saat ini adalah Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan menggunakan algoritma belajar Jaringan Propagasi Balik (JPB). Diketahui bahwa algoritma belajar JPB, dalam proses belajar membutuhkan waktu yang cukup lama^[4]. Untuk itu dalam proyek akhir ini akan diusulkan pengembangan dari metoda yang sudah ada, yaitu dengan cara menggabungkan dua arsitektur, yakni Jaringan Widrow-Hoff (JWH) dengan Jaringan Propagasi Balik. Berdasarkan penelitian^[4], gabungan dua arsitektur JWH-JPB memberikan proses belajar yang cepat untuk sistem yang kompleks.

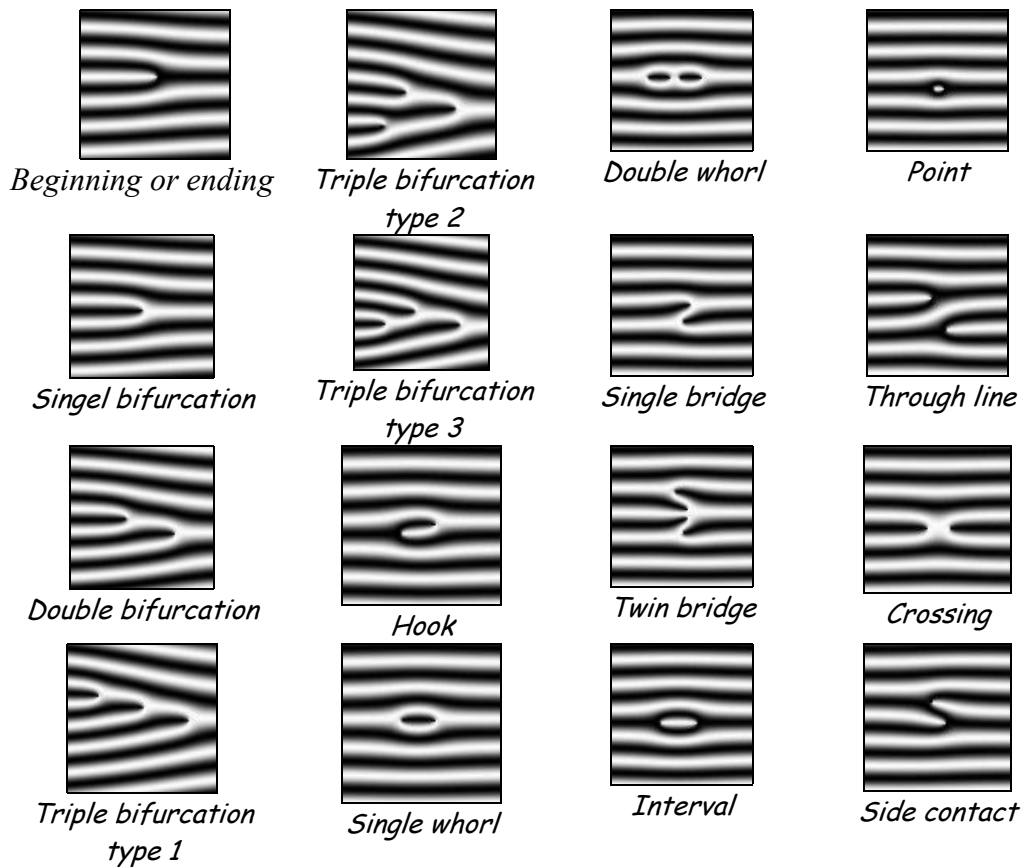
II. Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini adalah

1. Mengembangkan model pengenalan pola sidik jari berbasis Jaringan Saraf Tiruan, yakni menggabungkan dua arsitektur JWH-JPB.
2. Hasil simulasi dari arsitektur yang dipilih memiliki kemampuan belajar yang cepat dan akurat.

III. Metodologi

Feature sidik jari yang digunakan pada proyek akhir ini adalah guratan sidik jari yang dapat diidentifikasi dengan cara menganalisa "*fine details*" dari guratan-guratan sidik jari yang dinamakan dengan "*minutiae*". Beberapa *feature* guratan sidik jari dapat dilihat pada gambar 3.^[2]



Gambar 3. *Feature* pada guratan sidik jari^[2]

Menurut *Francis Galton* (1822-1916) mengatakan bahwa tidak ada dua sidik jari yang sama, artinya setiap sidik jari yang dimiliki oleh seseorang adalah unik. Berdasarkan klasifikasi, pola sidik jari dapat dinyatakan secara umum ke dalam tiga bentuk yaitu ; *arch*, *loop*, *whorl* dan *composite*, dapat dilihat pada gambar 4.

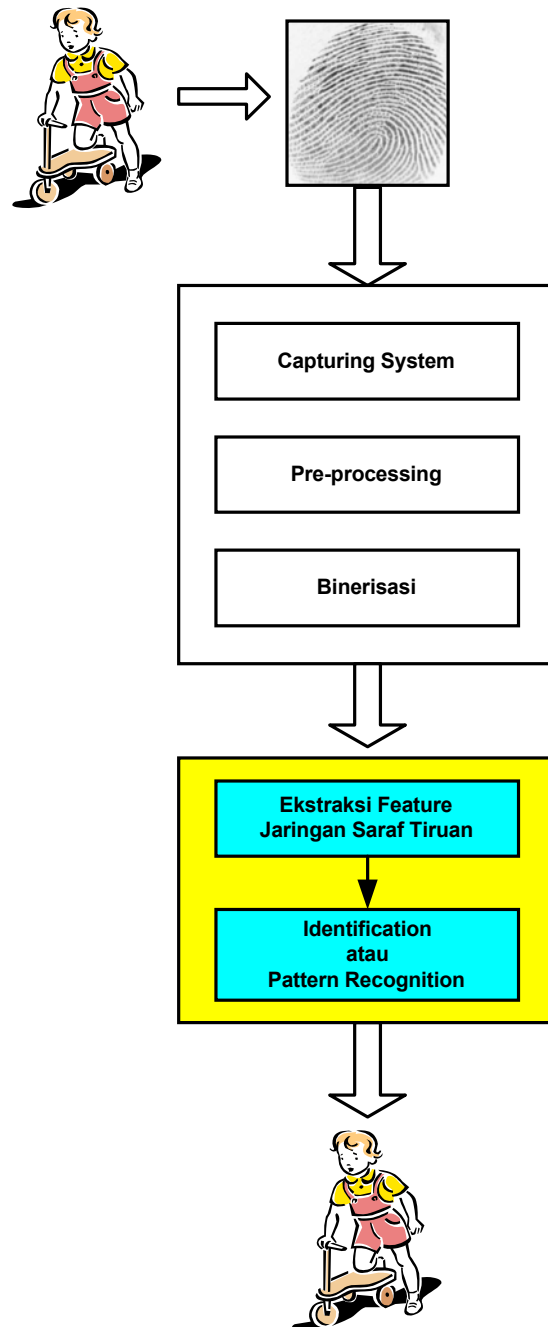


Gambar 4. Pola Sidik Jari

3.1. Perancangan Sistem Pengenalan Pola Sidik Jari

Beberapa tahapan proses pengenalan pola sidik jari adalah sebagai berikut:
(lihat gambar 5)

1. Image sidik jari dirubah ke dalam bentuk numerik dengan cara *system capturing* sehingga dapat diproses dengan komputer.
2. Noise yang terdapat pada image, dihilangkan (*pre-processing*).
3. Image yang sudah dihilangkan noisenya, dilakukan proses binerisasi yaitu 1 (hitam) dan 0 (putih).
4. Proses ekstraksi *feature* dari sidik jari, akan digunakan pada proses Jaringan Saraf Tiruan.
5. Proses identifikasi dan atau pengenalan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST).



Gambar 5 Langkah-langkah sistem pengenalan sidik jari

















3.2 Batasan Simulasi

Batasan pembuatan simulasi sistem pengenalan pola sidik jari hanya dilakukan padan tahapan JST (pada gambar 5 terlihat bagian yang di *highlight*). Input data sudah dalam bentuk feature yang

dinyatakan dalam vektor input 9 bit (ukuran piksel 3 x 3), dapat dilihat pada table 1. Jenis *minutiae* yang dipilih untuk proses pengenalan sidik jari dengan JST adalah *bifurcation*. Pasangan pola input dan output dari *feature* atau *minutiae* dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 1.

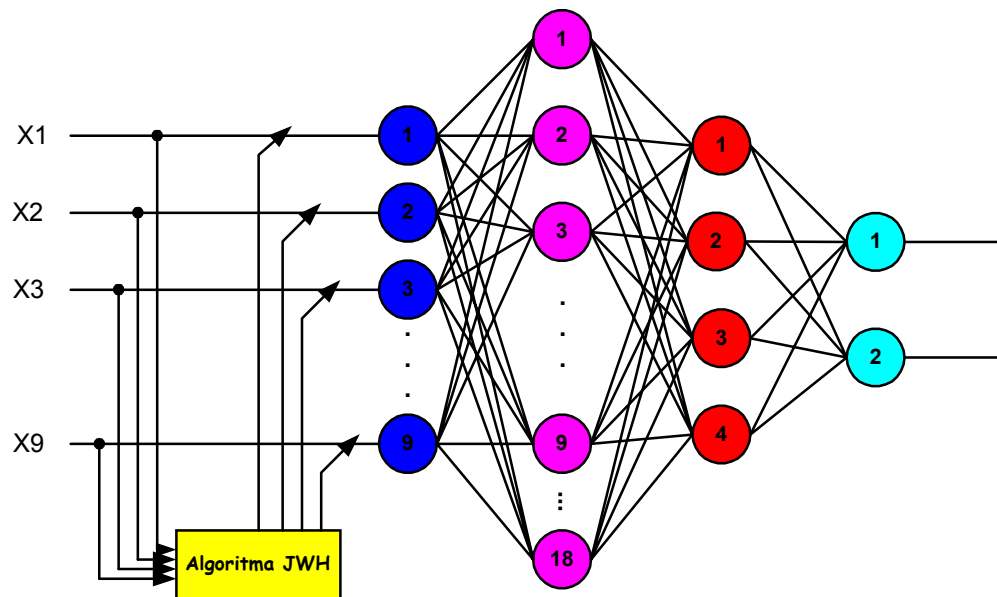
Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam simulasi pengenalan pola sidik jari adalah MATLAB ver 5.3.1.

Tabel 1. Sampel pola input dan output.

No.	feature	Vektor input (9 bit)	Vektor output (2 bit)	No.	Feature	Vector input (9 bit)	Vector Output (2 bit)
1.		101010010 (pola-1)	00	9.		010111000 (pola-3)	10
2.		001110001 (pola-1)	00	10.		010011010 (pola-3)	10
3.		010010101 (pola-1)	00	11.		000111010 (pola-3)	10
4.		100011100 (pola-1)	00	12.		010110010 (pola-3)	10
5.		010011100 (pola-2)	01	13.		101010001 (pola-4)	11
6.		100011010 (pola-2)	01	14.		100010101 (pola-4)	11
7.		001110010 (pola-2)	01	15.		101010100 (pola-4)	11
8.		010110001 (pola-2)	01	16.		001010101 (pola-4)	11

3.3 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (JST)

Arsitektur JST yang digunakan adalah dengan menggabungkan dua arsitektur JWH-JPB (Jaringan Widrow Hoff - Jaringan Propagasi Balik) ^[1], dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Arsitektur JWH-JPB Sistem Pengenalan Sidik Jari

IV. SIMULASI DAN ANALISA

Program simulasi dilakukan dengan menggunakan MatLab ver 5.3. dengan dua tahapan sebagai berikut :

i. Algoritma pembelajaran arsitektur JWH, (bagan alirnya dapat dilihat pada gambar 7) :

1. Masukan pasangan pola masukan dan keluaran untuk JWH.
2. Inisialisasi bobot interkoneksi awal secara random.
3. Hitung keluaran system dengan persamaan :

$$S_j = \sum_j (W_{ji} X_j)$$

$$Y_j = f(S_j)$$

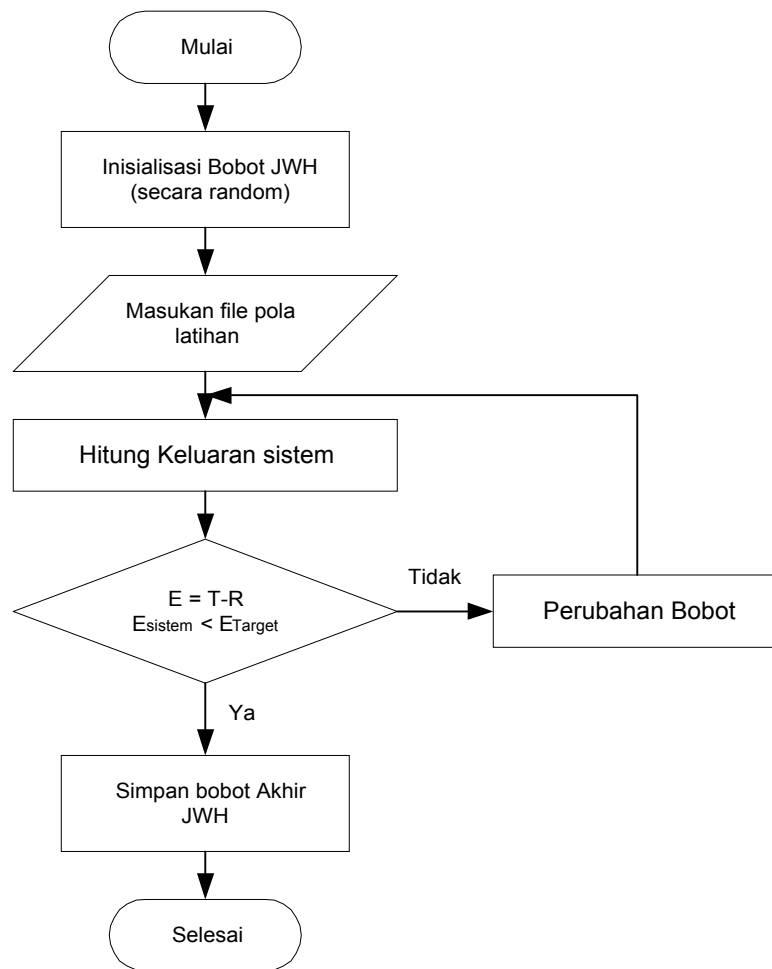
4. Hitung galat error

$$E = T - Y$$

5. Perbaharui bobot

$$W_i(t+1) = W_i(t) + \mu \sum_j (t_j - Y_j) f'(S_j) X_j$$

6. Ulangi langkah di atas sampai **error** jaringan sampai mencapai nilai yang mendekati target yang diinginkan.



Gambar 7 Diagram Alir Proses Pembelajaran Arsitektur JWH

ii. Algoritma pembelajaran arsitektur JWH-JPB, (bagan alirnya dapat dilihat pada gambar 8) :

- 1 Masukkan pasangan pola belajar masukan dan keluaran untuk JPB.
- 2 Inisialisasi bobot interkoneksi dengan bobot hasil belajar JWH
- 3 Hitung keluaran dari lapisan-dalam dengan persamaan-persamaan

$$S_j^{(h)} = \sum_j (W_{ji} X_j)$$

$$Y_j^{(h)} = f(S_j^{(h)})$$

- 4 Hitung keluaran dari lapisan-keluaran menggunakan persamaan

$$S_{ji}^{(h)} = \sum_i \sum_j (W_{ji} X_{ji})$$

$$Y_j^{(h)} = f\left(\sum_k W_{kj} f(S_{ji}^{(h)})\right)$$

- 5 Hitung **error** tiap neuron pada lapisan-keluaran (selisih antara keluaran JST dengan target) menggunakan persamaan

$$\delta_m^{(4)} = (t_m - Y_m) f'(S_m^{(4)})$$

- 6 Hitung **error** dari tiap unit pemroses pada lapisan-dalam

$$\delta_l^{(3)} = f'(S_l^{(3)}) \sum_l (\delta_m^{(4)} W_{ml}) \quad \text{'galat pada lapisan-3'}$$

$$\delta_k^{(2)} = f'(S_k^{(2)}) \sum_k (\delta_l^{(3)} W_{lk}) \quad \text{'galat pada lapisan-2'}$$

$$\delta_j^{(1)} = f'(S_j^{(1)}) \sum_j (\delta_k^{(2)} W_{kj}) \quad \text{'galat pada lapisan-1'}$$

- 7 Perbaharui bobot pada lapisan-keluaran.

$$W_{ml}(t+1) = W_{ml}(t) + \mu \sum_l (t_m - Y_m) f'(S_m^{(4)}) X_l^{(3)}$$

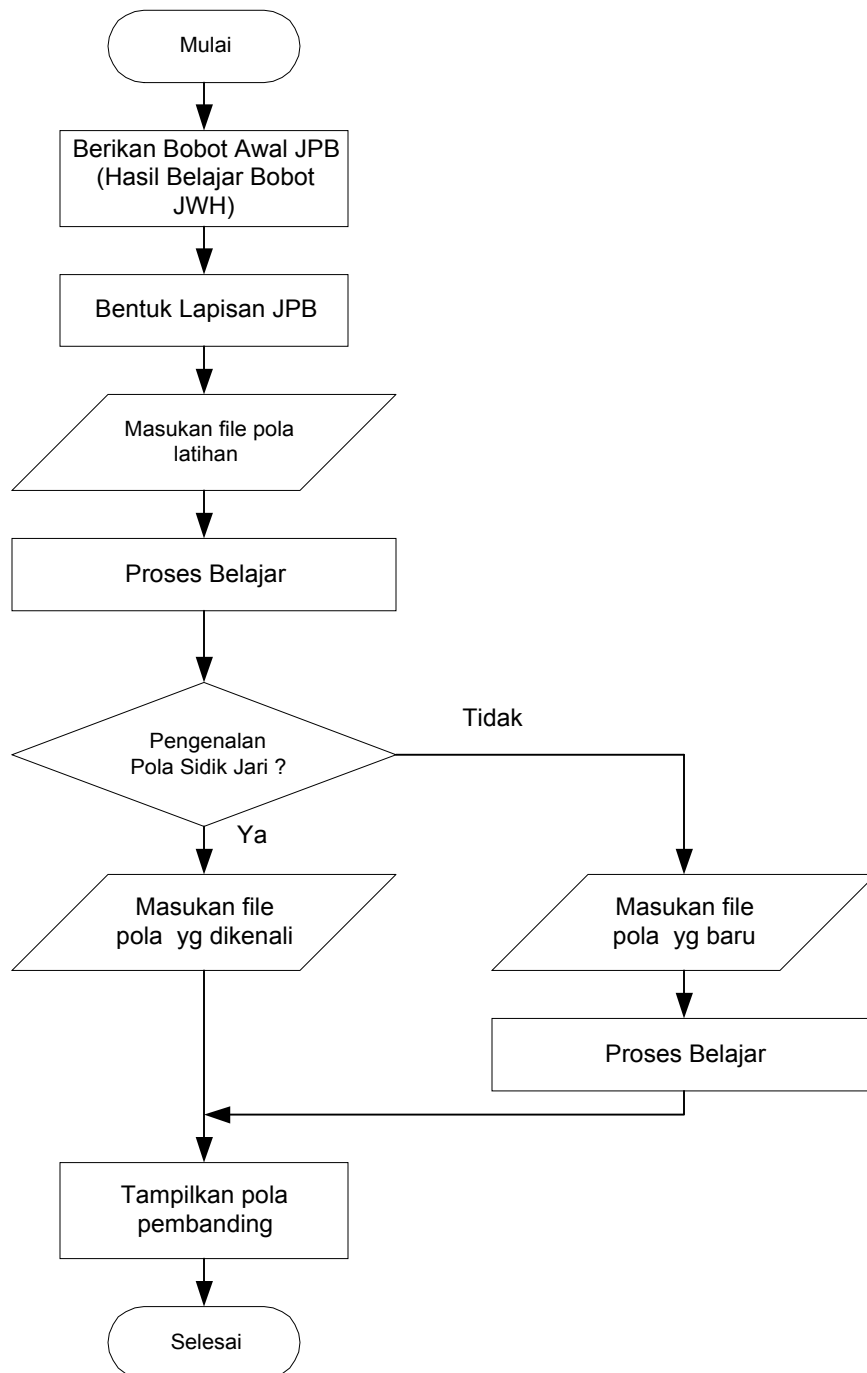
- 8 Perbaharui bobot pada lapisan-dalam

$$W_{lk}(t+1) = W_{lk}(t) + \mu \sum_l \delta_m^{(4)} W_{ml} f'(S_l^{(3)}) X_k^{(2)} \quad \text{'lapisan-3'}$$

$$W_{kj}(t+1) = W_{kj}(t) + \mu \sum_k \delta_l^{(3)} W_{lk} f'(S_k^{(2)}) X_j^{(1)} \quad \text{'lapisan-2'}$$

$$W_{ji}(t+1) = W_{ji}(t) + \mu \sum_j \delta_k^{(2)} W_{kj} f'(S_j^{(1)}) X_i^{(0)} \quad \text{'lapisan-1'}$$

- 9 Ulangi langkah di atas sampai *error* jaringan sampai mencapai nilai yang mendekati target yang diinginkan.
- 10 Apabila set pelatihan terdiri lebih dari satu pola, maka langkah-langkah tersebut diulangi untuk pola pelatihan berikutnya.



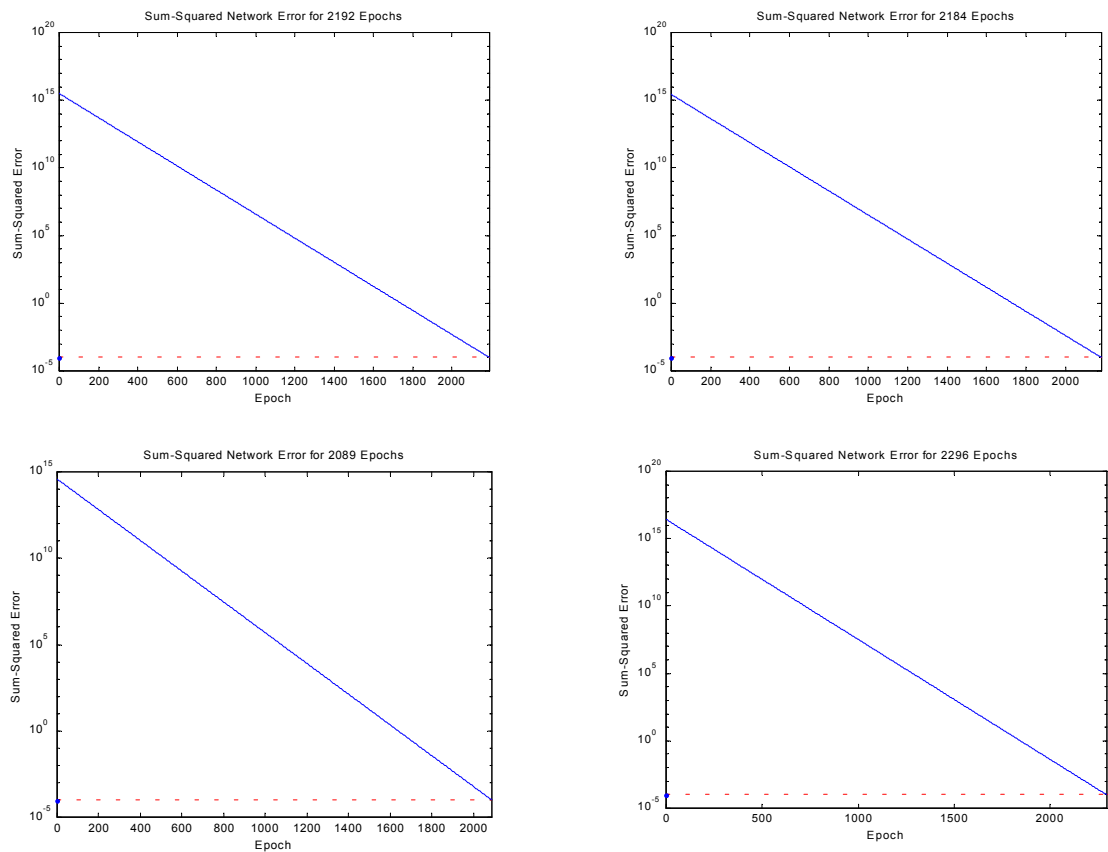
Gambar 8 Diagram Alir Proses Pembelajaran Arsitektur JWH - JPB

iii. Simulasi dengan Matlab ver 5.3.1

- Target error yang dipilih adalah 0.000001, atau jumlah iterasi maksimum 15.000.
- Learning rate yang digunakan 0.1

iv. Hasil Simulasi

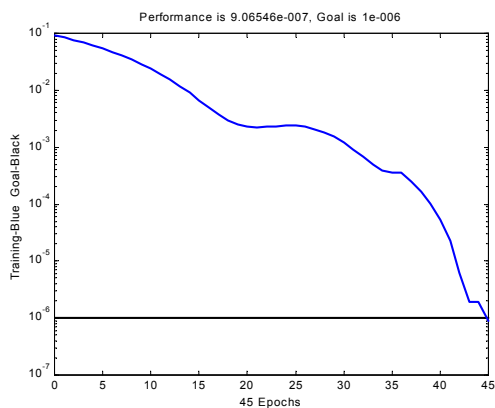
Hasil pembelajaran sidik jari dengan menggunakan JWH dapat dilihat pada gambar 9.



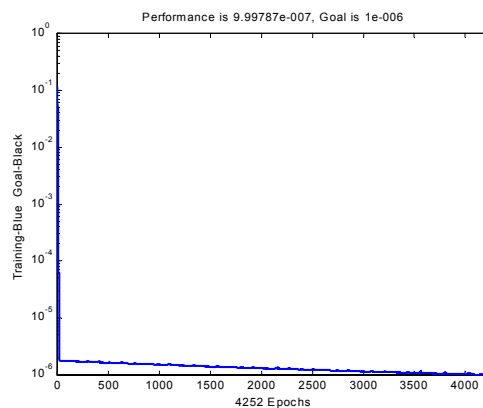
Gambar 9 Hasil Simulasi proses pembelajaran Sidik Jari dengan menggunakan arsitektur JWH

Tabel 3. Hasil Analisa Simulasi Pembelajaran Sidik Jari dengan Arsitektur JWH.

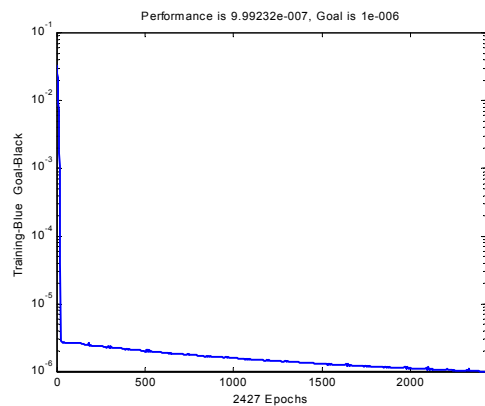
Pola Masukan	Error Yang Dicapai	Waktu Proses Belajar
Pola-1	0,000098	7,91 s
Pola-2	0,000099	7,96 s
Pola-3	0,000098	7,25 s
Pola-4	0,000099	6,15 s



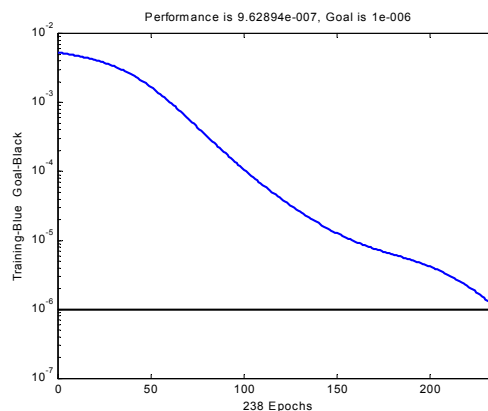
Pola-1



Pola-2



Pola-3

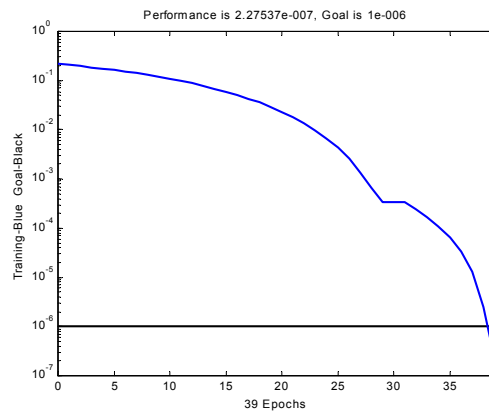


Pola-4

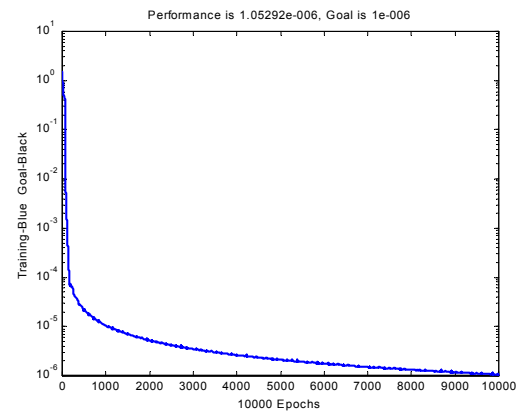
Gambar 10 Hasil Simulasi proses pembelajaran Sidik Jari dengan menggunakan arsitektur JPB

Tabel 4. Hasil Analisa Simulasi Pembelajaran Sidik Jari dengan Arsitektur JPB.

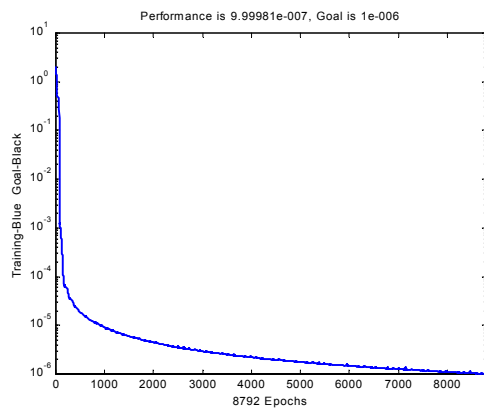
Pola Masukan	Error Yang Dicapai	Waktu Proses Belajar
Pola-1	$3,82e-07$	16,58 s
Pola-2	$1,832e-07$	927,64 s
Pola-3	$2,4e-07$	1444,00s
Pola-4	$9,97e-07$	45,26 s



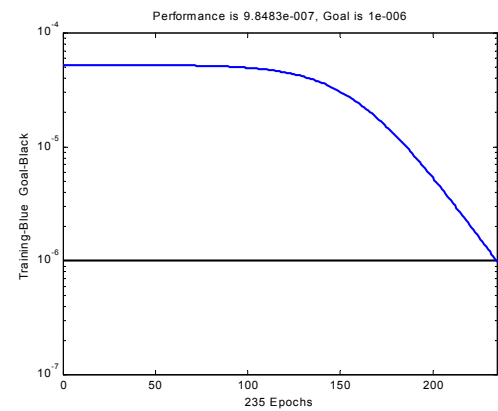
Pola 1



Pola 2



Pola 3



Pola 4

Gambar 8 Hasil Simulasi proses pembelajaran Sidik Jari dengan menggunakan arsitektur JWH - JPB

Tabel 5. Hasil Analisa Simulasi Pembelajaran Sidik Jari dengan Arsitektur JWH-JPB.

Pola Masukan	Error Yang Dicapai	Waktu Proses Belajar
Pola-1	1,95e-07	14,00 s
Pola-2	9,99e-07	789,78 s
Pola-3	7,01e-07	339,27 s
Pola-4	9,95e-07	30,15 s

V. KESIMPULAN

Pada pengerjaan pengenalan pola sidik jari menggunakan Jaringan Saraf Tiruan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Feature pola sidik jari yang digunakan sudah dapat mewakili keunikan dari pola sidik jari setiap manusia.
2. Arsitektur yang digunakan yaitu menggabungkan arsitektur JWH-JPB memberikan proses pembelajaran yang lebih cepat bila dibandingkan dengan hanya menggunakan arsitektur JPB.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Buturovic, L.J. and LT. Citkusev (1992), Back Propagation and Forward Propagation, International Joint Conference on Neural Networks.
2. D.Kosz, *"New numerical methods of fingerprints' recognition based on mathematical description of arrangement of dermatoglyphics and creation of minutiae"*, OPTEL, 1999.
3. Gilles Bertrand, Francisco Bezerra, Michel Couprie. Associated students: Julien Bourgeois, Alexandre Duverger, Johann Desemery, Jerome Leclerq, Fabrice Mano-Martins, Huynh Hoot Quan (ESIEE), Recognition of fingerprints.
4. Lanny Pandjaitan, (2000), "Pengembangan Metode Pemodelan Pola Tingkah Laku Berbasis Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik dengan Bobot Awal deterministic untuk Sistem-Sistem Dinamik, Disertasi, ITB.
5. Social Security Numbers, Fingerprinting, Databases, and Government Tracking, *Laws, Cases, Supporting Documents* ; Issues of National Interest.
6. http://www.fingerprint.se/biometrics_biometrics.asp#are
7. <http://www.fingerprint.se/>
8. <http://www.fpusa.com/exper.htm> ; Capabilities and Experience Summary.