

MODEL SISTEM PRESENSI BIOMETRI SIDIK JARI DENGAN CIRI COOCURRENCE MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK

Wawan Setiawan, dan Wasluluddin

Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia

wawans@upi.edu, dan walauddin@upu.edu

ABSTRAK

Sistem presensi sidik jari merupakan sistem identifikasi biometrik berdasarkan karakteristik sidik jarinya. Sidik jari mempunyai pola yang berbeda tiap orang yang tidak akan berubah seumur hidup, kecuali jika terjadi kecelakaan serius. Sidik jari telah terbukti akurat, aman, mudah, dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi. Sistem presensi biometri sidik jari fingerprint pada dasarnya adalah pencocokan yang sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan sidik jari, yang dapat bervariasi karena berbagai faktor, maka pada saat merekam jari harus benar-benar dalam keadaan bersih. Berdasarkan pengamatan, muncul persoalan diantaranya sering terjadi kegagalan sehingga harus diulang bahkan pengulangan tersebut ada mencapai belasan kali. Dalam proses pembacaan dan verifikasi, seorang karyawan bisa membutuhkan waktu tiga sampai lima menit. Hal ini menyebabkan tujuan utama penggunaan fingerprint untuk efektivitas dan efisiensi menjadi tidak tercapai. Berdasarkan kondisi tersebut maka dalam upaya membangun sistem presensi karyawan sesuai dengan harapan, diperlukan sebuah metodologi yang handal dan akurat. Dilain pihak potensi Jaringan Saraf Tiruan (JST) dapat memberi peluang untuk menyelesaikan persoalan presensi biometri sidik jari yang ada. Jaringan saraf tiruan merupakan suatu model pemroses yang memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap karakteristik data atau input. Dalam beberapa kasus, jaringan syaraf tiruan mampu melakukan pengenalan objek 100%. Penelitian ini mencoba untuk menggunakan keunggulan jaringan saraf tiruan dalam pengenalan objek sidik jari. Algoritma yang digunakan adalah backpropagation yang dikenal handal untuk berbagai karakteristik data. Data yang diproses sebagai masukan oleh jaringan saraf tiruan adalah ciri unik yang dihasilkan dengan bantuan coocurrence matrix yang menggambarkan hubungan ketetanggaan piksel citra sidik jari. Setiap objek yang berbeda memiliki hubungan ketetanggaan piksel yang khas. Ciri yang digunakan meliputi 7 (tujuh) ciri yaitu 1) Anguler Second Moment (ASM) atau Uniformity of Energy, 2) Entropi, 3) Momen tingkat ke-m atau m^{th} -Order Elemen Difference 4) Moment invers, tingkat ke-m atau m^{th} -Order Inverse Elemen Difference Moment, 5) Probabilitas Maksimum ($\max c_{ij}$), 6) Korelasi (Correlation), dan 7) Cluster Shade. Hasilnya menunjukkan bahwa untuk data training 60% ke atas, sistem jaringan saraf tiruan dapat mengenali sidik jari dengan baik mencapai 100% namun membutuhkan pembelajaran yang lama dengan stoping error 0,0001.

Kata kunci: coocurnece matrix, ciri sidik jari, dan jaringan saraf tiruan.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Perkembangan Teknologi Informasi atau *Information Technology* (IT) pada dekade terakhir ini meningkat sejalan dengan tingkat kebutuhan manusia terhadap teknologi informasi. Pemanfaatannya dalam kehidupan masyarakat secara luas juga mengalami peningkatan dengan tumbuhnya berbagai program aplikasi pada berbagai bidang kehidupan.

Penggunaan teknologi pada organisasi atau lembaga-lembaga pemerintahan sebagai pendukung efektifitas kinerja adalah adanya pengadaan sistem terkomputerisasi salah satunya adalah sistem presensi karyawan menggunakan Sistem Biometriks (sidik jari). Sistem presensi sidik jari merupakan sistem identifikasi biometrik berdasarkan karakteristik sidik jarinya. Sidik jari mempunyai pola yang berbeda tiap orang yang tidak akan berubah seumur hidup, kecuali jika terjadi kecelakaan serius. Sidik jari telah terbukti akurat, aman, mudah, dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi. Sebuah organisasi bisa menghemat waktu dan biaya ketika sistem komputerisasi presensi menggunakan biometriks karena tidak perlu ada kartu atau kertas untuk mendaftarkan presensi karyawannya. Perangkat presensi sistem biometrik sidik jari dirancang untuk mempermudah sistem presensi saat tanpa kebohongan dan mudah dalam pengendalian disiplin dan produktivitas kinerja karyawan. Presensi dengan sistem biometrik sidik jari tidak dapat didelegasikan, diganti, dan dipalsukan.

Sistem presensi biometri sidik jari pada dasarnya adalah pencocokan yang sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan sidik jari, yang dapat bervariasi karena berbagai faktor, maka pada saat merekam jari harus benar-benar dalam keadaan bersih. Berdasarkan pengamatan, muncul persoalan diantaranya sering terjadi kegagalan sehingga harus diulang bahkan pengulangan tersebut ada mencapai belasan kali. Dalam proses pembacaan dan verifikasi, seorang karyawan bisa membutuhkan waktu tiga sampai lima menit. Hal ini menyebabkan tujuan utama penggunaan *fingerprint* untuk efektivitas dan efisiensi menjadi tidak tercapai.

Berdasarkan kondisi tersebut maka dalam upaya membangun sistem presensi karyawan sesuai dengan harapan, diperlukan sebuah metodologi yang handal dan akurat. Dilain pihak potensi Jaringan Saraf Tiruan (JST) dapat memberi peluang untuk menyelesaikan persoalan presensi biometri sidik jari yang ada. Jaringan saraf tiruan merupakan suatu model pemroses yang memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap karakteristik data atau input. Dalam beberapa kasus, jaringan syaraf tiruan mampu melakukan pengenalan objek 100%.

Berdasarkan permasalahan di atas penelitian ini merupakan salah satu alternatif solusi untuk pengembangan sistem presensi biometri sidik jari. Selanjutnya penelitian ini akan difokuskan pada sebuah judul yaitu "Model Sistem Presensi

Biometri Sidik Jari dengan Ciri Coocurrence Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik.”

a. Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan utama yang akan diteliti adalah: “Bagaimana Rancangan Model Sistem Presensi Biometri Sidik Jari dengan Ciri Coocurrence Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik/ Backpropagation?”

Secara spesifik masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana metode transformasi pola sidik jari sebagai ciri masukan?
- 2) Bagaimana model arsitektur jaringan saraf tiruan propagasi balik untuk sistem presensi dengan sidik jari?
- 3) Bagaimana kinerja model sistem presensi berbasis jaringan saraf tiruan propagasi balik?

b. Tujuan

Secara umum tujuan penelitian ini adalah merancang suatu model komputasi cerdas dengan menggunakan jaringan saraf tiruan *propagasi balik/backpropagation* untuk keperluan presensi dengan sidik jari.

Secara khusus penelitian ini bertujuan sebagai berikut.

- 1) Menentukan metode transformasi pola sidik jari sebagai masukan jaringan saraf tiruan *backpropagation*.
- 2) Merancang arsitektur jaringan saraf tiruan *backpropagation* untuk sistem presensi dengan menggunakan sidik jari.
- 3) Menganalisis kinerja model sistem presensi sidik jari berbasis jaringan saraf tiruan *backpropagation*.

STUDI PUSTAKA

1. Sistem Autentifikasi Biometric

Biometriks dapat dinyatakan sebagai *authentication* dalam *security* yang sangat penting untuk menjaga keamanan data, namun sudah banyak teknologi yang diterapkan untuk menjaga keautentikan tersebut, akan tetapi hal itu banyak kendala dalam penerapannya dan masih kurang memberikan perlindungan yang aman. Teknologi biometrik menawarkan autentikasi secara fisik yang memungkinkan sistem dapat mengenali penggunaanya lebih tepat. Terdapat beberapa metode diantaranya: *fingerprint scanning*, *retina scanning*, dan *DNA scanning*. Dua

metode terakhir masih dalam taraf penelitian, sedangkan *fingerprint scanning* saat ini telah digunakan secara luas dan digunakan bersama-sama dengan *smartcard* dalam proses autentikasi.

Biometriks secara teoritis dapat lebih efektif untuk mengidentifikasi personal seseorang karena biometriks dapat mengukur karakteristik masing-masing personal untuk membedakan setiap orang. Tidak sama seperti metoda indentifikasi konvensional yang menggunakan kartu indentitas untuk akses masuk ke suatu tempat, atau password untuk *log on* ke sistem komputer dan lain-lain. Ketika digunakan untuk indentifikasi personal, teknologi biomatriks mengukur dan menganalisa karakteristik fisiologis personal. Mengidentifikasi karakteristik fisiologis seseorang yang didasarkan pada pengukuran langsung bagian dari *body fingertips, hand geometry, facial geometry* dan *eye retinas* serta *irises*.

Salah satu produk dari biomatriks yang paling dikenal adalah *Fingerprint Verification*, dan *product scanning* sidik jari adalah jenis yang paling umum digunakan. Sidik jari menawarkan potensial keakuratan yang tinggi, namun ada beberapa permasalahan potensial yang dapat muncul, misalnya ada luka atau kotoran pada jari dan hal ini menyebabkan tidak dapat dikenalnya sidik jari tersebut.

Sidik jari, dalam bahasa Inggris disebut *fingerprint* biasanya berbentuk garis-garis horizontal dan vertical atau gabungan keduanya dan juga ada bentuk lengkungan-lengkungan. Seluruh manusia di dunia diciptakan dengan sidik jari yang berbeda satu sama lainnya. Karena itu, setiap sidik jari digunakan untuk mengidentifikasi setiap manusia.

2. Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Backpropagation merupakan model jaringan syaraf tiruan dengan layar jamak. Seperti halnya model jaringan syaraf tiruan lainnya, *backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan. a. Fungsi Aktivasi pada *Backpropagation*

Dalam *backpropagation*, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut.

- a. Kontinu.
- b. Terdiferensial dengan mudah.
- c. Merupakan fungsi yang tidak turun.

Salah satu fungsi yang memenuhi ketiga syarat tersebut sehingga sering dipakai adalah fungsi sigmoid biner yang memiliki *range* (0,1). Fungsi sigmoid biner didefinisikan sebagai berikut.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \text{ dengan turunan } f'(x) = f(x)(1 - f(x))$$

Fungsi lain yang sering dipakai adalah fungsi sigmoid bipolar dengan *range* (-1,1) yang didefinisikan sebagai berikut.

$$f(x) = \frac{2}{1+e^{-x}} - 1 \text{ dengan turunan}$$

$$f'(x) = \frac{(1+f(x))(1-f(x))}{2}$$

Fungsi sigmoid memiliki nilai maksimum 1. Untuk pola yang targetnya lebih dari 1, pola masukan dan keluaran harus terlebih dahulu ditransformasi sehingga semua polanya memiliki *range* yang sama seperti fungsi sigmoid yang dipakai.

Alternatif lain adalah menggunakan fungsi aktivasi sigmoid hanya pada layar yang bukan layar keluaran. Pada layar keluaran, fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi identitas $f(x) = x$. b. Pelatihan *Backpropagation*

Sepert halnya jaringan syaraf yang lain, pada jaringan *feedforward* (umpan maju) pelatihan dilakukan dalam rangka perhitungan bobot sehingga pada akhir pelatihan akan diperoleh bobot-bobot yang baik. Selama proses pelatihan, bobot-bobot diatur secara iteratif untuk meminimumkan *error* (kesalahan) yang terjadi. *Error* (kesalahan) dihitung berdasarkan rata-rata kuadrat kesalahan (MSE). Rata-rata kuadrat kesalahan juga dijadikan dasar perhitungan unjuk kerja fungsi aktivasi. Sebagian besar pelatihan untuk jaringan *feedforward* (umpan maju) menggunakan gradien dari fungsi aktivasi untuk menentukan bagaimana mengatur bobot-bobot dalam rangka meminimumkan kinerja. Gradien ini ditentukan dengan menggunakan suatu teknik yang disebut *backpropagation*.

Pada dasarnya, algoritma pelatihan standar *backpropagation* akan menggerakkan bobot dengan arah gradien negatif. Prinsip dasar dari algoritma *backpropagation* adalah memperbaiki bobot-bobot jaringan dengan arah yang membuat fungsi aktivasi menjadi turun dengan cepat. Pelatihan *backpropagation* meliputi 3 fase sebagai berikut.

- a. Fase 1, yaitu propagasi maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.
- b. Fase 2, yaitu propagasi mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan yang terjadi itu dipropagasi mundur. Dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan

unit-unit di layar keluaran.

- c. Fase 3, yaitu perubahan bobot. Modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi. Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi.

3. *Gray Level Coocurrence Matrik*

Gray Level Coocurrence Matrik (GLCM) mempunyai sekumpulan informasi tentang derajat keabuan (intensitas) suatu piksel dengan tetangganya, pada jarak dan orientasi yang tepat. Ide dasarnya adalah untuk men-scan citra untuk mencari jejak derajat keabuan setiap dua buah piksel yang dipisahkan dengan jarak d dan sudut θ yang tetap. Tetapi umumnya tidak hanya satu jarak atau sudut saja cukup untuk menggambarkan ciri tekstur citra tersebut. Sehingga harus digunakan lebih dari satu jarak dan arah. Umumnya digunakan empat arah horizontal, vertical dan dua arah diagonal. Kebanyakan peneliti melakukan empat arah dan lima jarak.

Setiap matrik berukuran 256×256 dengan asumsi citra memiliki derajat keabuan 256. Tetapi jika setiap matrik memiliki ukuran 256×256 , akan memerlukan memori yang besar untuk menyimpannya dan waktu yang diperlukan untuk melakukan proses matrik juga akan lama. Karena itu perlu dilakukan konversi citra kedalaman x derajat keabuan yang lebih kecil dan menghasilkan matrik co-occurrence $p(i,j)$, merupakan seberapa sering terjadi piksel dengan nilai I dan J berpasangan pada suatu jarak d dan sudut θ . Padagambar dibawah di ilustrasikan sebuah contoh membuat matriks co-occurrence dengan citra input 4×4 memiliki 3 derajat keabuan.

4. *Ekstraksi Ciri Coocurrence*

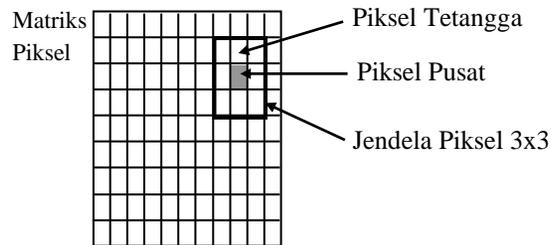
Co-occurrence matrix, disebut juga filter spasial, adalah operasi yang diaplikasikan terhadap data citra raster untuk mempertajam atau menekan detail spasial demi meningkatkan interpretasi visual. Operasi ini memodifikasi nilai setiap piksel dalam dataset sesuai dengan nilai piksel tetangganya. Ia bekerja dengan menghilangkan frekuensi spektral atau spasial tertentu untuk mempertajam tampilan .

Frekuensi spasial adalah besar perubahan nilai data per satuan jarak untuk setiap bagian citra tertentu. Daerah citra yang perubahannya kecil atau bertransisi sedikit demi sedikit disebut daerah berfrekuensi rendah, misalnya permukaan danau. Daerah dengan perubahan besar dan bertransisi cepat disebut daerah berfrekuensi tinggi, misalnya daerah urban dengan jaringan jalan yang padat.

Co-occurrence matrix dapat dibagi dalam 3 kategori,

- Low pass* yang menonjolkan detail frekuensi rendah untuk memperhalus *noise* citra atau mengurangi ketajaman dalam data.
- High pass* yang menonjolkan detail frekuensi tinggi untuk memperjelas atau mempertajam tampilan linier seperti jalan, patahan, dan batas lahan/air.
- Edge detection* yang menonjolkan batas yang mengelilingi obyek atau tampilan citra agar mudah dianalisis.

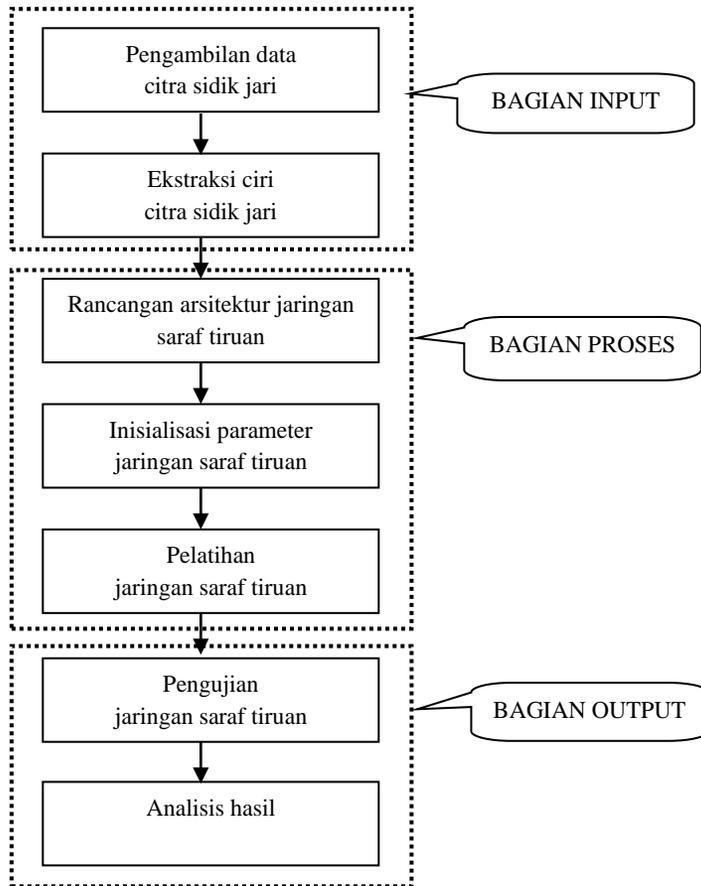
Co-occurrence matrix dilaksanakan dengan melewati jendela (*window*) persegi panjang dua dimensi yang berisi nilai bobot tertentu terhadap data citra pada setiap lokasi piksel (gambar 4.4). Piksel di pusat jendela dievaluasi sesuai dengan piksel tetangga dan nilai bobot yang ditetapkan untuk setiap sel dalam *array*, lalu dihitung nilai output baru. Jendela bergeser ke piksel berikutnya dan melakukan langkah sama.



Piksel pada baris 4, kolom 4, band 1

METODOLOGI

Secara rinci disain penelitian ini dituangkan dalam beberapa langkah seperti gambar di bawah ini.

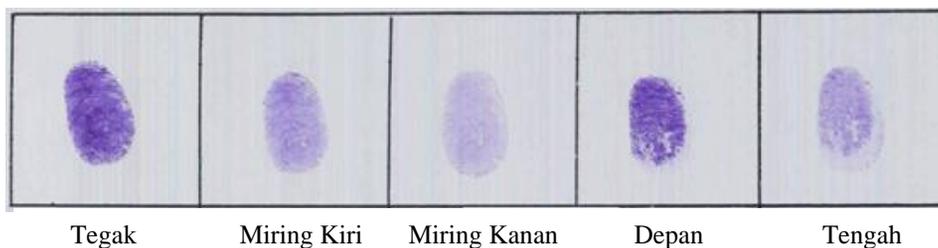


1. Metode Penelitian

Mengacu pada disain dan langkah-langkah penelitian di atas, metode penelitian ini meliputi sebagai berikut :

a. Data Penelitian

Data penelitian merupakan citra sidik jari yang terdiri atas 5 (lima) variasi yaitu tegak, miring kiri, miring kanan, depan, dan bagian tengah seperti gambar berikut.



Pengambilan data dilakukan dengan metode *ink rolled* (tinta diteteskan pada permukaan stampad kemudian jari yang telah dikenai tinta dicapkan ke kertas dari ujung bawah kuku sampai pangkal jari). Setelah itu kertas di scan menggunakan *scanner*. Karena pengambilan citra diambil secara langsung maka sering terjadi *trial and error*.

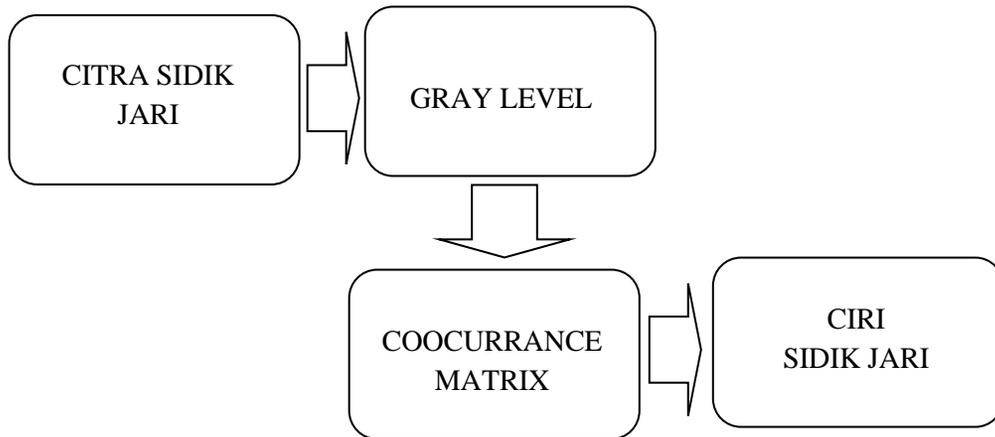
Selanjutnya dilakukan enhancemen terhadap citra diberi proses lain seperti penghilangan *noise*/derau, penajaman citra, pemotongan citra. Program yang dipergunakan untuk memfilter citra yaitu perangkat lunak aplikasi grafis. Keluaran dari tahap ini adalah citra tersegmentasi yang akan digunakan untuk proses selanjutnya dalam penelitian. Citra tersegmentasi adalah citra yang sudah dipisahkan dari citra awal.

b. Ekstraksi Ciri Citra Sidik Jari

Ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan deskriptor/pewakil dari setiap citra. Ekstraksi ciri dilakukan dengan menggunakan metode gray level coocurrence matrik (GLCM). Dari matrik coocurrence ditentukan ciri yang terdiri dari 5 ciri yaitu :

- 1) Anguler Second Moment (ASM) atau Uniformity of Energy
- 2) Entropi
- 3) Momen tingkat ke-m atau m^{th} -Order Elemen Difference Moment
- 4) Momen invers tingkat ke-m m atau m^{th} -Order Inverse Elemen Difference Moment
- 5) Probabilitas Maksimum ($\max c_{ij}$)
- 6) Korelasi (Correlation)
- 7) Cluster Shade

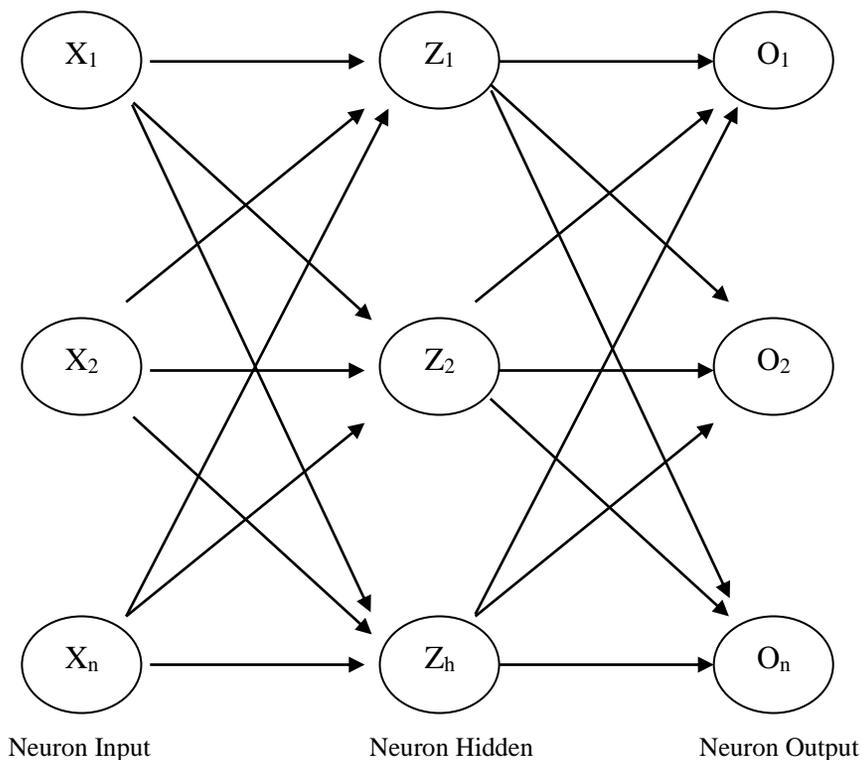
Berikut ini skema ekstraksi ciri.



Pada langkah ini citra diekstrak untuk mendapatkan nilai-nilai yang merepresentasikan ciri spesifik dari citra tersebut. Citra diperkecil ukuran pixelnya karena jumlah datanya yang terlalu besar untuk dijadikan input, sehingga image diperkecil secara proporsional 50 x 50 pixel. Ukuran citra ini dipilih karena masih dapat mewakili citra asli. Dengan menggunakan software pembaca citra yang direpresentasikan dalam tingkat keabuan 0–255. Setelah mendapatkan citra dalam bentuk tingkat keabuan selanjutnya dikonstruksi matrik kookuren dengan ukuran banyaknya nilai keabuan yang berisi hubungan ketetanggan dari setiap nilai keabuan yang ada. Dengan menggunakan perumusan ciri-ciri selanjutnya di presentasikan ciri setiap sidik jari sebanyak 7 (tujuh) ciri. Ciri-ciri tersebut dikelompokkan untuk setiap orang dari 5 (lima) variasi yang ada. Kumpulan ciri ini selanjutnya akan menjadi masukan untuk sistem jaringan saraf tiruan.

2. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Arsitektur jaringan saraf tiruan dalam penelitian ini menggunakan multi kayer perceptron yang terdiri atas tiga layer yaitu layer input, layer hidden, dan layer output seperti gambar di bawah ini. Setiap layer masing-masing terdiri atas sejumlah pemroses yang disebut neuron yaitu neuron input (X), neuron hidden (Z), dan neuron output (Y).



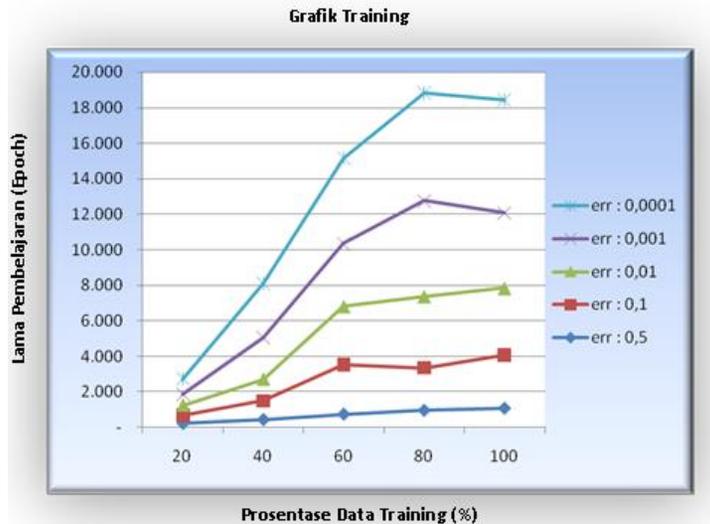
3. Pengujian Jaringan Saraf Tiruan

Hasil dari pelatihan jaringan saraf tiruan adalah sistem jaringan saraf tiruan yang telah memiliki parameter yang tetap atau baku. Nilai parameter yang diperoleh dari pelatihan akan dipertahankan dan melekat terus selama tidak ada pelatihan baru. Sistem yang telah memiliki parameter baku adalah sistem yang siap melakukan pengujian. Proses pengujian merupakan pengenalan ciri sidik jari oleh sistem jaringan saraf tiruan. Dengan demikian hasil dari pengujian adalah keluaran yang menyatakan kategori atau kelas data masukan atau kelas orang.

HASIL DAN PEMABHASAN

1. Training

Parameter-parameter jaringan saraf tiruan telah ditentukan dengan cara seperti dipaparkan di atas, selanjutnya dilakukan proses training. Berikut ini data dan hasil training.



Grafik Lama Pembelajaran Berdasarkan Stopping Error dan Porsi Training

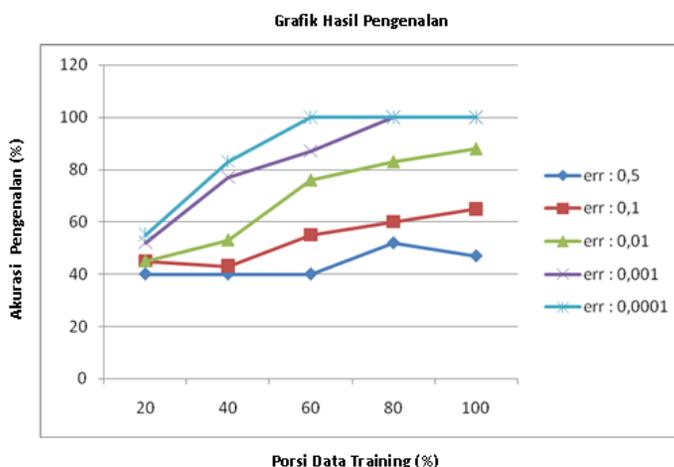
Berdasarkan grafik dari proses training, dapat dijelaskan bahwa stopping error menentukan cepat lambatnya pembelajaran yang dilakukan oleh jaringan saraf tiruan. Semakin kecil stopping error maka pembelajaran yang dilakukan menjadi semakin lama. Hal ini dapat jelaskan bahwa dengan stopping error yang kecil maka jaringan saraf tiruan akan mempelajari pola data dengan lebih detail atau lebih dekat dan ini memerlukan waktu yang lebih lama.

Sebaliknya dengan stopping error yang lebih kecil maka jaringan saraf tiruan melakukan pembelajaran tidak begitu smooth maka tidak memerlukan waktu yang relatif sebentar.

Adapun jumlah data training tentu menentukan cepat lambatnya pembelajaran. Data training yang banyak menjadikan jaringan saraf tiruan mempelajari banyak hal sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dibanding data yang sedikit. Data training yang lebih sedikit menjadikan jaringan saraf tiruan mempelajari lebih sedikit hal mengenai data tersebut sehingga waktu pembelajarannya relatif lebih singkat.

2. Testing

Setelah didapatkan parameter-parameter jaringan saraf tiruan, parameter tersebut digunakan untuk testing atau pengenalan data testing. Berikut ini grafik hasil terting. Berdasarkan grafik dari proses testing, dapat dijelaskan bahwa stoping error menentukan akurasi pengenalan yang dilakukan oleh jaringan saraf tiruan. Semakin kecil stoping error maka kemampuan pengenalan jaringan saraf tiruan menjadi semakin baik. Hal ini dapat jelaskan bahwa dengan stoping error yang kecil maka jaringan saraf tiruan memiliki pengetahuan tentang karakteristik data yang lebih lengkap (utuh). Sebaliknya dengan stoping error yang lebih kecil maka jaringan saraf tiruan melakukan pengenalan yang relatif menurun.



Jumlah data training menentukan terhadap kemampuan jaringan saraf tiruan dalam mengenali data testing. Jumlah data training yang banyak menjadikan jaringan saraf tiruan memiliki kemampuan pengenalan yang lebih baik. Data training yang sedikit menjadikan kemampuan jaringan saraf tiruan dalam pengenalan menjadi turun juga. Hal ini dikarenakan dengan data training yang sedikit maka jaringan saraf tiruan tidak memiliki pengetahuan yang relatif sedikit juga.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini mengacu pada tujuan sebagai berikut.

- a. Gray Level Coocurrence Matrix dapat dijadikan media untuk menghasilkan ciri sidik jari.

- b. Algoritma backpropagation dapat digunakan sebagai metode pembelajaran jaringan saraf tiruan dalam pengenalan sidik jari.
- c. Porsi data training minimum yang masih dapat digunakan agar pengenalan sidik jari baik adalah 60% dengan menggunakan stopping error yang kecil yaitu 0,0001 dalam artian pembelajarannya cukup lama.
- d. Pembelajaran dengan stopping error yang terbesar yaitu 0,001 dengan tingkat pengenalan 100% dapat ditunjukkan dengan porsi training 80% dan 100%.
- e. Sistem jaringan saraf tiruan backpropagation dengan ekstraksi ciri cooccurrence matrix memiliki potensi untuk diterapkan dalam sistem pengenalan sidik jari untuk absensi.

2. Saran

Beberapa hal yang perlu diperitmbangkan untuk diadopsi dalam penelitian kedepan disampaikan melalui saran sebagai berikut.

- a. Data sangat bergantung pada cara pengambilannya, maka hendaknya melakukan pengambilan data se baik mungkin.
- b. Untuk lebih dapat membedakan ciri antar objek, seyogyanya di tambah lagi ciri yang lain agar lebih kaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Erna Dwi. 1999. *Pengantar jaringan Syaraf Tiruan*. Wonosobo: Star Publishing.
- Chahyati, Dina, *Klasifikasi Citra Inderaja berdasarkan Matriks Co-Occurrence dan Semivariogram*, Skripsi, Universitas Indonesia, Jakarta, 2000.
- Dempster A. P., N. M. Laird, and D. B. Rubin, *Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm*, J. R. Stat. Soc., Vol. 39, No. 1, pp. 1-38, 1997.
- Fausett, L., *Fundamentals of Neural Networks*, Prentice Hall, New York, 1994.
- Foody, M.B. McCulloh, W.B., and Yates, *Classification of Remotely Sensed Data by an Artificial Neural Network: Issues Related to Training Data Characteristics*, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 61, No. 4, April 1995.
- Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB dan ExcelLink*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Siang, Jong Jek. 2001. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi.