

**PENGENALAN POLA OBJEK TEROTASI
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PROBABILISTIK**

**Suprpto¹
Wayan Firdaus Mahmudy²**

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

²Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

Abstrak

Faktor penting agar sistem dapat mengidentifikasi objek dengan benar, yaitu ekstraksi ciri objek atau pembentukan karakteristik objek. Dalam penelitian ini karakteristik objek dibuat menggunakan pola signature, yaitu merupakan pola keliling tepi dari objek. Dengan menggunakan pusat momen objek dan titik terjauh pola tepi terhadap pusat momen tersebut dalam pembentukan pola signature, maka pola yang diperoleh tidak tergantung dengan rotasi dan perubahan ukuran citra (*resize*).

Dalam penelitian ini, proses klasifikasi dan pengenalan objek menggunakan sistem jaringan syaraf tiruan dengan model pendekatan probabilistik. Dengan model ini proses pelatihan lebih cepat yaitu hanya sekali iterasi, dimana vektor masukan pada proses pelatihan menjadi vektor bobot. Uji pengenalan dilakukan terhadap objek dengan posisinya terotasi dan objek yang mengalami perubahan ukuran.

Dari hasil pengujian dan analisis data diperoleh data pengujian : dengan menggunakan 16 node pada lapisan masukan maka keberhasilannya sebesar 87,5%, sedangkan jika menggunakan 20 node maka diperoleh tingkat keberhasilannya sebesar 95,1%. Untuk objek terotasi 45°, 90°, 135° dan 180°, maka diperoleh tingkat keberhasilan masing-masing yaitu : 90,3%, 95,1%, 90,3% dan 95,1%. Untuk uji dengan objek resize diperoleh data pengujian : untuk perubahan ukuran 70%, 85%, 110% dan 130% maka diperoleh keberhasilan masing masing : 89,5%, 92,4%, 92,4% dan 90,3%

Kata Kunci : Pengenalan Objek, Jaringan Syaraf Tiruan, Jaringan Syaraf Tiruan Probabilistik.

Abstract

Feature extraction is a main factor of recognition system that used to solve with good value. In this research, the feature extraction is build by using corresponding signature. A signature is a 1D functional representation of a boundary and may be generated in various ways. We generated a signature based on central moment object with a farthest point of object boundary. So the signature that generated do not depend on rotating and resizing object.

Classification and recognition process are implemented using probabilistic neural network. Probabilistic neural network has emerged with emphasis on quick learning. The methods involve one-pass learning algorithms. Therefore, it can be orders of magnitude faster than back-propagation in training. The ability of PNN in the object recognition system depends on sample number during learning process. The PNN is not designed to be learner since old examples are represented explicitly in the network. Every new example demands the modification of the network architecture by the addition of another pattern unit and associated connections.

The implementation of Object recognition based on the probabilistic neural network is tested with rotating object and resizing object. We use two different architectures to understand the recognition accuracies of network. The first using 16 node in the input layer of network and the second using 20 nodes. PNN (probabilistic neural network) work very well in the object recognition system. For the architecture that using 16 nodes on input layer give 87.5 percent of recognition accuracies and that using 20 nodes give 95.1 percent of recognition accuracies. The results of tests with rotation object by 45°, 90°, 135° and 180° of angle obtain the recognition accuracies are 90.3 percent, 95.1 percent, 90.3 percent and 95.1 percent. The results of tests with resize object by resize factor 70 percent, 85 percent, 110 percent and 130 percent obtain the recognition accuracies are 89.5 percent, 92.4 percent, 92.4 percent and 90.3 percent.

Key word : Object Recognition, Artificial Neural Network, Probabilistic Neural Network.

1. Pendahuluan

Pada sistem pengenalan pola atau objek yang berbasis jaringan syaraf tiruan kendala yang sering dialami yaitu lamanya waktu proses pelatihan. Hal ini disebabkan karena banyaknya node pada masing-masing lapisan/layer dari arsitektur jaringan syaraf tiruan. Jaringan syaraf tiruan probabilistik merupakan jaringan syaraf tiruan yang mengutamakan kecepatan pada proses pelatihan / pembelajaran. Namun demikian, proses pengenalan objek akan semakin lama jika jumlah objek pada proses pengujiannya semakin banyak.

Agar sistem yang dibuat dapat mengenali objek yang terotasi, maka jaringan syaraf tiruan harus dilatih dengan model objek yang terotasi juga. Dengan demikian jumlah objek pelatihan semakin banyak, dan hal ini akan menyebabkan proses pengenalannya semakin lama. Oleh karena itu diperlukan metoda pembentukan karakteristik objek yang menyebabkan karakteristik objek tetap sama meskipun objek tersebut dirotasi. Oleh karena itu pembentukan karakteristik objek didasarkan pada pola penelusuran garis tepi objek.

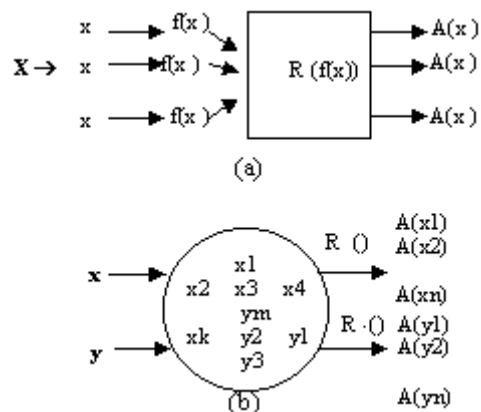
2. Pengenalan Objek.

Dalam melakukan pengklasifikasian pola atau objek, maka beberapa hal yang harus dilakukan yaitu antara lain:

- Melakukan proses identifikasi ciri-ciri objek (*feature extraction*), yang tujuannya untuk memutuskan bagaimana manifestasi x dari objek X harus digambarkan secara simbolik dalam bentuk fungsi $f(x)$.
- Mempelajari pemetaan transparan $R_{tr}()$, yaitu menggunakan sekumpulan pola rangkaian pelatihan yang telah diberi label untuk membuat aturan-aturan keputusan.

- Melatih pemetaan $R_{tr}(f(x))$ untuk melakukan pengerjaan klasifikasi yang sebenarnya.

Gambar 1.(a). memperlihatkan ilustrasi pembentukan model klasifikasi. Terlihat bahwa manifestasi x dari objek X digambarkan oleh fungsi $f(x)$. Sedangkan pemetaan $R_{tr}(f(x))$ membawa setiap pola $f(x)$ ke $A(x)$. Pemetaan ini menggambarkan model perkiraan pengenalan pola. Pemetaan ini akan mengalami proses belajar dengan cara dilatih dengan sejumlah sampel pola tertentu yang masing-masing diberi label yang bersesuaian dengan nilai atribut tertentu atau dengan beberapa nilai atribut bila terdapat lebih dari satu atribut. Pemetaan ini tidak hanya dapat menghasilkan kembali semua atribut pola rangkaian pelatihan, namun juga harus dapat menampung setiap pola baru sehingga nilai-nilai atribut yang benar dapat diperkirakan dari pemetaan $R_{tr}()$.



Gambar 1.(a). Model klasifikasi pengenalan pola. (b). Memperlihatkan ilustrasi pemeriksaan nilai atribut.

Gambar 1.(b). mengilustrasikan proses pengidentifikasian atribut bila terdapat lebih dari satu kelas. Dan bila ada kelas-kelas yang overlap dalam ruang feature. Dalam gambar tersebut ini x_1, x_2, \dots, x_k , merupakan manifestasi yang berbeda dari objek X , dan $f(x_1), f(x_2), \dots$,

$f(x_k)$, merupakan representasi dari pola simbolik yang bersesuaian dengan manifestasi-manifestasi tersebut. Pemetaan transparan $R_{tx}()$ memetakan penggambaran ini ke ruang atribut, membawa $f(x_1)$ ke $A(x_1)$, $f(x_2)$ ke $A(x_2)$, dan seterusnya. Sedangkan y_1, y_2, \dots, y_m merupakan manifestasi dari objek Y, dan $f(y_1), f(y_2), \dots, f(y_m)$ adalah representasi pola dari manifestasi ini. Pemetaan transparansi lain $R_{ty}()$ memetakan membawa $f(y_1)$ ke $A(y_1)$, $f(y_2)$ ke $A(y_2)$, dan seterusnya. Atribut yang menjadi perhatian adalah sama untuk setiap kasus. Untuk sebuah pola baru tertentu, tugas yang harus dilakukan adalah menentukan pemetaan nilai atribut A. dalam proses klasifikasi, biasanya keluaran yang terjadi adalah sekumpulan indeks kelas diskrit, sedangkan dalam proses perkiraan keluarannya biasanya merupakan variabel yang nilainya kontinyu

3. Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Model Pendekatan Probabilistik.

Yang membedakan antara satu jaringan saraf tiruan dengan JST yang lain yaitu tergantung pada paradigma pembelajaran jaringannya dalam menyesuaikan nilai bobot untuk setiap objek pelatihan. Misalnya algoritma *backpropagation* dikenal sangat membantu dalam banyak aplikasi karena kesederhanaannya dalam proses pelatihan, namun jika diterapkan pada contoh kasus yang menuntut kecepatan proses, maka hal ini kurang cocok karena akan memakan waktu banyak. Satu jenis algoritma jaringan yang mementingkan kecepatan waktu dalam pembelajaran yaitu *Probabilistik Neural Network* (PNN). Algoritma PNN mengacu pada metode Bayesian dalam pengklasifikasian pola. Suatu keputusan dengan metode bayes merupakan hasil seleksi dari beberapa pilihan katagori yang memiliki kondisi resiko terkecil

atau minimum. Didalam probabilistic neural network setiap pola pelatihan dikodekan sebagai masukan vektor berat. Oleh karena itu fungsi aktifasinya dapat diturunkan menjadi :

$$F(z) = \exp((z-1)/\sigma^2)$$

Dari sini dapat diketahui bahwa PNN tidak didesain adanya tambahan pelatihan selama contoh yang lama masih dipresen-tasikan secara eksplisit dalam jaringan. Setiap contoh baru membutuhkan modifikasi dari jaringan dengan melakukan penambahan unit pola lain yang dihubungkan dengan jaringan yang sudah ada. Sehingga secara garis besar jaringan syaraf ini memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Struktur dasar
 - Memiliki tiga lapisan yaitu lapisan input, lapisan pola hidden dan lapisan output
 - Hubungan satu-satu yang menghubungkan unit pola dengan contoh pelatihan
 - Setiap output mewakili satu kelas.
- Inisialisasi bobot
 - Vektor berat masukan dari unit pola I diinisialisasi ke I pola vektor yang dinormalisasi lebih dahulu.
 - Vektor bobot masukan dari setiap unit keluaran diinisialisasike dalam vektor semuanya satu kali
- Perhitungan Aktifitas
 - Nilai O_j dari unit pola j didefinisi-kan sebagai :

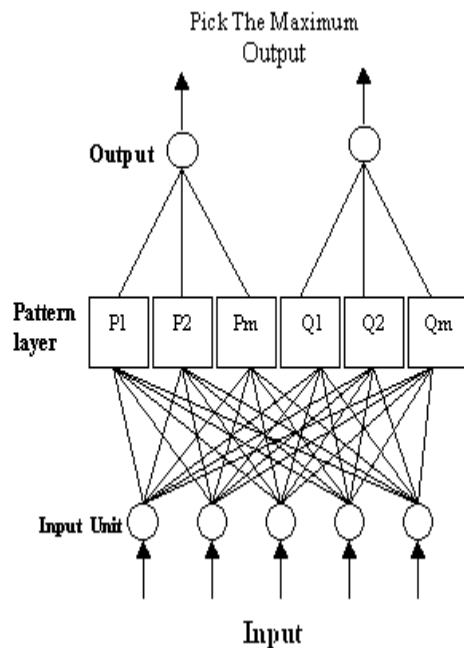
$$O_j = \exp \left[\left(\sum_i W_{ji} X_i - 1 \right) / \sigma^2 \right]$$

$$O_j = \frac{1}{m} P(\omega_j) \sum_i W_{ji} O_i$$

- Nilai berat tidak disesuaikan

- Jika ada contoh baru, maka unit pola baru ditambahkan.

Gambar 2 memperlihatkan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan dengan model pendekatan Probabilistik. Dari arsitektur jaringan tersebut terlihat bahwa jumlah node pada lapisan hidden tergantung pada banyaknya sample pada proses pelatihan yang digolongkan pada satu kelas objek. Penggolongan ini dilakukan harus berdasarkan sifat kemiripannya. Jika dua sample yang kemiripannya sangat jauh dikelompokkan pada satu kelas, maka akan menyebabkan keluaran menjadi tidak valid.



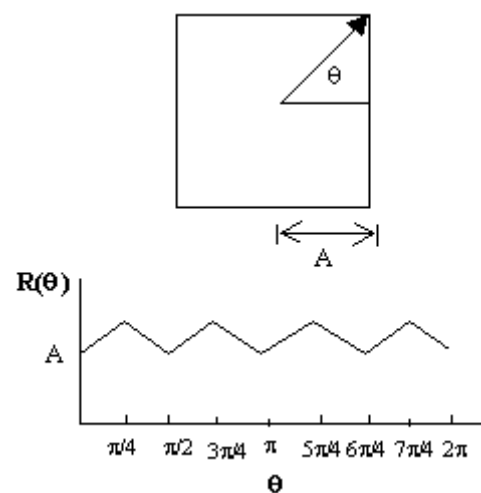
Gambar 2. Arsitektur JST Probabilistik (Sumber : LiMin Fu, 1994, hal : 154)

4. Pembentukan karakteristik objek.

Metode signature menyatakan suatu informasi tentang objek dalam fungsi sudut menjadi suatu informasi yang merupakan fungsi translasi. Sebelum proses pembentukan

karakteristik objek dengan metoda signature dilakukan, maka diperlukan proses pengolahan citra digital, yaitu antara lain :

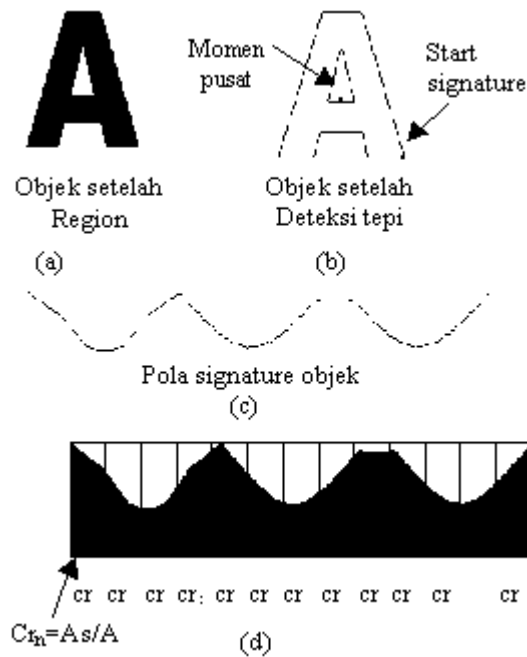
- Region growing : untuk membedakan satu objek dengan objek lainnya dalam citra.
- Pembentukan citra biner : untuk membedakan objek dengan latar belakangnya. Objek diwakili dengan warna hitam dan latar belakang objek dengan warna putih.
- Penghitungan titik pusat objek (momen pusat) : momen pusat objek digunakan sebagai titik pusat dalam pembuatan pola signaturenya. Dipilih momen pusat karena momen pusat objek tidak akan berubah meskipun objek dirotasi.
- Deteksi tepi : sehingga hanya terlihat pola tepinya saja. Pola tepi yang diperoleh harus bersambung (tidak terputus walau hanya satu pixel).
- Mencari titik pixel terjauh derhadap momen pusat. : titik ini akan dijadikan titik awal



pada pembuatan pola signature objek.

Gambar 3. Pola signature dari objek berupa bujur sangkar.

Gambar 3 memperlihatkan pola signature dari objek bujur sangkar. Pembuatan karakteristik objek berdasar-kan pola penelusuran batas tepi (*signature*) dilakukan dengan membagi pola yang terbentuk menjadi beberapa kolom. Setiap kolom dihitung perbandingan antara sisa luasan yang terbentuk oleh pola signature dengan luasan pola signature-nya.



Gambar 4. Pembentukan karakteristik.

Pada Gambar 4.a diperlihatkan contoh objek berupa huruf A yang diperoleh dari file bitmap yang sudah diubah ke dalam bentuk gray scale dan proses pemisahan objek dilakukan dengan menggunakan proses region growing. Setelah proses pemisahan objek, maka dilakukan proses pengubahan citra ke dalam bentuk citra biner yang digunakan sebagai acuan untuk menghitung pusat momen objek. Dari citra biner juga, maka dilanjutkan dengan proses deteksi tepi. Hasil deteksi tepi dan titik pusat momen objek diperlihatkan pada gambar 4.b. berdasarkan deteksi tepi yang diperoleh dan titik pusat momen, maka dicari titik terjauh sebagai

acuan untuk membuat pola penelusuran pola tepi (*signature*). Gambar pola signature untuk huruf A diperlihatkan pada gambar 4.c.

Proses pemebentukan karakteristik objek berdasarkan pola signature dilakukan dengan membagi pola signature dari suatu objek dalam 20 kolom, sehingga diperoleh nilai karakteristik objek tersebut yang terdiri dari K_1, K_2, \dots, K_{20} .

Pemilihan banyaknya kolom untuk menyatakan karakteristik suatu objek tergantung sensitifitas yang diinginkan. Semakin banyak pembagian kolomnya, maka akan semakin sensitif. Gambar 4.d. memperlihatkan pola signature yang dibagi dalam 20 kolom.

5. Perancangan dan Rekayasa Perangkat Lunak

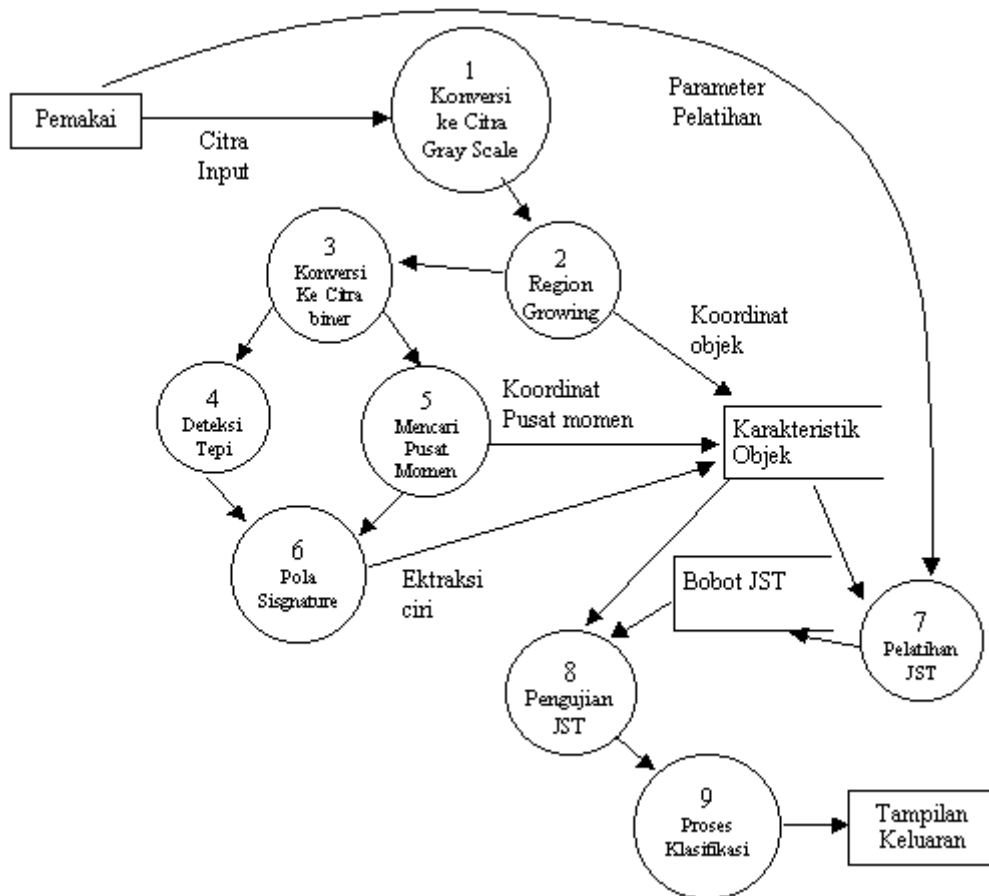
Proses perancangan perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan pemodelan dan perancangan berorientasi objek. Tahapan yang diperlukan dalam perancangan perangkat lunak dengan menggunakan pendekatan teknik pemodelan objek (OMT : *object modeling technique*) terdiri dari beberapa tahapan yaitu : Analisis sistem, desain sistem, desain objek dan implementasi

Proses analisis sistem merupakan langkah awal perancangan perangkat lunak menggunakan pendekatan berorientasi objek. Tahapan ini merupakan tahap perancangan tentang kebutuhan sistem yang nantinya akan menjadi acuan atau kerangka kerja pada tahap desain dan tahap implementasi. Dalam analisis sistem ini dikenal tiga macam pemodelan yaitu : object model, dynamic model dan functional model. Model objek (*object model*) menggambarkan struktur statis dari objek-objek yang ada di dalam sistem dan hubungan dari masing-masing objek tersebut. Model objek

biasanya dinyatakan dalam bentuk diagram objek (*object diagram*). Sementara itu model dinamik menggambarkan kondisi dari sistem pada setiap perubahan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam bentuk diagram langkah (*state diagram*). Sedangkan model fungsional (*functional model*) menggambarkan

transformasi nilai data dari sistem, yang dinyatakan dalam bentuk diagram aliran data (*data flow diagram*).

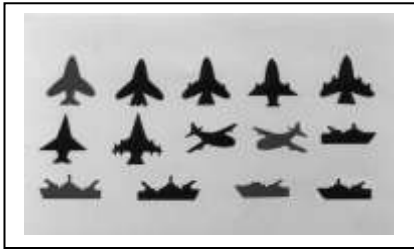
Diagram aliran data sistem pengenalan objek menggunakan PNN pada objek terotasi ditunjukkan pada Gambar 5.



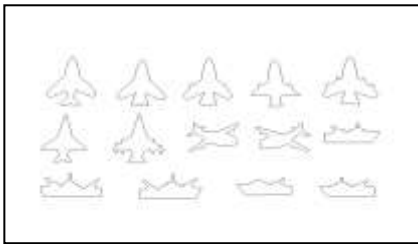
Gambar 5. Diagram aliran sistem pengenalan objek dengan PNN.

6. Pengujian

Dalam pengujian digunakan model objek seperti yang ditunjukkan pada gambar 6, dan deteksi tepi-nya ditunjukkan pada gambar 7.



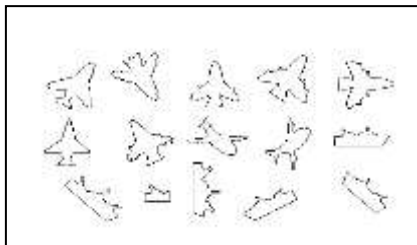
Gambar 6. Objek yang digunakan sebagai model pelatihan.



Gambar 7. Deteksi tepi dari gambar 6.



Gambar 8. Contoh citra yang digunakan pada proses pengujian JST.



Gambar 9. Deteksi tepi dari Gambar 8.

Objek yang digunakan pada proses pengujian merupakan objek yang terotasi. Salah satu citra yang memuat objek terotasi ditunjukkan pada Gambar 8. Sedangkan deteksi

tepinya dipelihatkan pada Gambar 9. Setelah dilakukan pengujian jaringan semua objek pada Gambar 8 dikenali kecuali satu objek yang terlihat sangat berbeda dengan objek model.

7. Kesimpulan

Jaringan syaraf tiruan probabilistik merupakan arsitektur jaringan yang mementingkan kecepatan dalam proses pelatihan, . karena dalam model JST ini tidak dikenal proses penyesuaian berat. Keputusan yang diambil oleh PNN mengacu pada metoda bayesian, yaitu keluaran maksimum merupakan indikasi bahwa suatu objek merupakan anggota suatu kelas objek model. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja dari JST probabilistik yaitu :

- ❑ Banyaknya titik / node lapisan input
- ❑ Banyaknya titik / node pada unit pola / hidden layer.
- ❑ Banyaknya objek sample yang diguna-kan pada proses pelatihan.
- ❑ Kinerja JST jenis PNN ini sangat tergantung dengan sample / contoh yang digunakan pada proses pelatihan, karena banyaknya sample akan menentukan banyaknya unit pola pada hidden layer dan akan semakin banyak titik pada lapisan keluaran.
- ❑ Dari data hasil pengujian pengenalan objek terotasi dapat disimpulkan untuk mengenali objek tanpa rotasi tingkat keberhasilannya sebesar 95,1%. Untuk objek terotasi 45°, 90°, 135° dan 180°, maka diperoleh tingkat keberhasilan masing-masing : 90,3%, 95,1%, 90,3% dan 95,1%. Dari data ini terlihat untuk objek tanpa rotasi, terotasi 90° dan terotasi 180° memiliki tingkat

keberhasilan yang sama demikian juga untuk objek terotasi 45° mempunyai keberhasilan yang sama dengan objek terotasi 135° . Hal ini dapat dijelaskan karena untuk objek tanpa rotasi, terotasi 90° dan terotasi 180° kedudukan setiap pixel batas tepi objek relatif tetap terhadap kedudukan momen pusat. Demikian juga untuk objek terotasi 45° dan 135° memiliki keberhasilan yang sama karena proses rotasi dengan kedua sudut tersebut menyebabkan kedudukan pixel tepi objek dengan momen pusatnya relatif sama. Untuk rotasi 90° dan 180° memiliki keberhasilan yang lebih besar dari pada rotasi 45° atau 135° karena pada rotasi 45° atau 135° terjadi perubahan kedudukan pixel tepi objek dengan momen pusat, misalnya dengan rotasi 45° atau 135° maka garis vertikal atau horisontal akan berubah menjadi garis diagonal sehingga sedikit banyak akan mengubah kedudukan pixel tepi objek dengan momen pusat.

- Pengenalan objek untuk objek yang mengalami perubahan ukuran diperoleh semakin besar prosentase perbedaan ukurannya, maka tingkat keberhasilannya semakin berkurang, hal ini dapat ditunjukkan pada Tabel 5.6 dan tabel 5.7, yaitu untuk perubahan ukuran 70%, 85%, 110% dan 130% maka diperoleh keberhasilan masing masing : 89,5%, 92,4%, 92,4% dan 90,3%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Argamon-Engelson, S. and Dagan, I. [1999], "Committee-Based Sample Selection for Probabilistic Classifiers", Journal of Artificial Intelligence Research, Vol. 11, pages 335 – 360.
- [2] Fukumi, Minoru and Omatu, Sigeru, [1997], "Rotation-Invariant Neural Pattern

Recognition System Estimating a Rotation Angle", Journal of IEEE Trans. On Neural Network, Vol. 8, No 3, pages 568 – 581.

- [3] Gonzalez, Rafael C., and Woods, Richard E., (1993), "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- [4] Kittler, Josef., and Chistmas, William J., [1995], "Structural Matching in Computer Vision Using Probabilistic Relaxation", Journal of IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence., vol. 17, no 8.
- [5] LiMin Fu, (1994), "Neural Network in Computer Intelligence", McGraw-Hill Inc., Florida.
- [6] Reyna, E., Specht, DF., and Lee, A., [1999], "Small, Fast Runtime Modules for Probabilistic Neural Network", Journal of Artificial Intelligence Research, vol. 7, pages 216 - 228.
- [7] Schalkoff, Robert J., (1989), "Digital Image Processing and Computer Vision", John Wiley & Son, New York.
- [8] Schalkoff, Robert J., (1992), "Pattern Recognition : Statistical, Structural and Neural Approaches", Clemson University, John Eiley & Sons, Inc
- [9] Wheeler, Mark D., and Ikeuchi, Katsushi, [1995], "Sensor Modeling, Probabilistic Hypothesis Generation, and Robust Localization for Object Recognition", Journal of IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence., vol. 17, no 3.