

PENGENALAN HURUF MENGGUNAKAN MODEL JARINGAN SARAF TIRUAN RADIAL BASIS FUNCTION DENGAN RANDOMIZE CLUSTER DECISION

Muhammad Erwin Ashari Haryono

*Laboratorium Pemrograman dan Informatika Teori, Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Islam Indonesia, Kampus Terpadu UII, Jl. Kaliurang Km 14.5 Yogyakarta
E-mail: meah@fti.uui.ac.id*

Abstract

Artificial Neural Network is the adaptive model in Artificial Intelligence as become the model of learning. Many research in artificial neural network using BackPropagation. More of 70 persen researcher using this model to solve all problem in its research. BP using supervised learning, which indicated the output as the basis of failure value as a feedback of its activation. This paper I will introduced another method in artificial neural network called Radial Basis Function to recognize various font. RBF is a mocel of ANN which adopt both supervised and unsupervised learning. The Hidden layer doesn't form first when the building of its architecture. In this model Hidden layer will form after we could cluster for all various font itself. A number of hidden layer based on a number of cluster center. Weighting in Hidden and output layer using Gaussian model and Pseudoinverse matrices. Although I didn't compare the result of both model BP and RBF for this problem, the result of this research almost get 70 % success in order to recognize all font pattern.

Keywords: Artificial Neural Network, adaptive, Radial Basis Function, Gaussian, Pseudoinverse

1. Pendahuluan

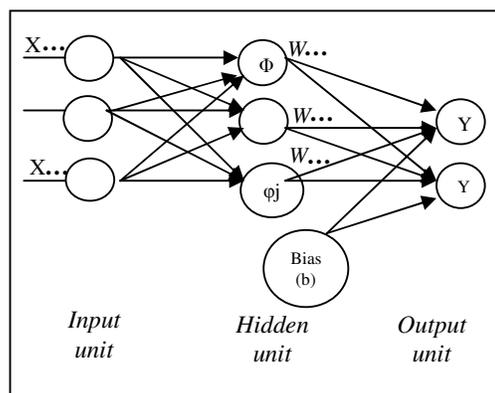
Jaringan saraf tiruan (*artificial neural network*) telah banyak digunakan pada berbagai riset di berbagai bidang. Dalam ilmu komputer dan Informatika, aplikasi jaringan saraf tiruan telah banyak dibuktikan keberhasilannya, terutama dalam hal pengenalan pola (*pattern recognition*). Hampir 80 persen penelitian JST menggunakan model jaringan saraf tiruan umpan balik (*backpropagation*), model *supervised* ini dianggap sangat baik dikarenakan proses pembelajaran dan pengenalan pola yang disesuaikan dengan pola target, sehingga hasil pembelajaran akan di awasi oleh nilai selisih antara target dengan hasil *output* pembelajaran. Sedangkan kelemahan model ini adalah proses pembelajarannya yang terkadang memakan waktu yang lama. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran yang terus berlanjut (bolak-balik) hingga bobot yang dicapai pada jaringan tersebut dianggap ideal.

Untuk menanggulangi kekurangan model *BackPropagation* tersebut, penulis mencoba untuk menggunakan model lain dalam JST yang proses pembelajarannya sangat unik. Penulis mengatakan sangat unik dikarenakan model RBF sekaligus menggunakan dua model, yaitu *supervised* dan *unsupervised*, proses pembelajarannya pun hanya dilakukan satu arah dan sekali saja. Pengenalan huruf (dalam hal ini adalah abjad) merupakan hal penting dalam penentuan prediksi suatu abjad dari suatu *image*. Terlebih bila komputer dapat melakukan klasifikasi prediksi abjad terhadap sekumpulan karakter dalam suatu kalimat atau wacana.

2. Radial Basis Function

Seperti halnya jaringan saraf tiruan yang lain, *Radial Basis Function Network* (RBFN) juga memiliki topologi jaringan. Topologi milik RBFN terdiri atas unit lapisan masukan (*input*), unit lapisan tersembunyi

(*hidden*), dan unit lapisan keluaran (*output*). Topologi RBFN digambarkan seperti berikut:



Gambar 1. Topologi Radial Basis Function

Hal yang khusus pada RBFN ialah berikut ini.

- Pemrosesan sinyal dari *input layer* ke *hidden layer*, sifatnya nonlinier, sedangkan dari *hidden layer* ke *ouput layer* sifatnya *linear*.
- Pada *hidden layer* digunakan sebuah fungsi aktivasi yang berbasis radial, misalnya fungsi *Gaussian*.
- Pada *output unit*, sinyal dijumlahkan seperti biasa
- Sifat jaringannya ialah *feed-forward*.

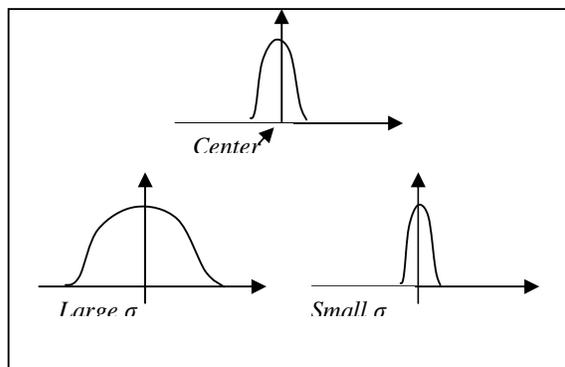
Fungsi *Gaussian* bisa dituliskan sebagai berikut,

$$\phi(r) = \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) \quad \sigma > 0 \quad (1)$$

di mana $\sigma \rightarrow$ Nilai *spread*

$$\sigma = \frac{\text{jarak maksimum antara 2 pusat}}{\sqrt{\text{banyaknya pusat}}} = \frac{d_{\max}}{\sqrt{m}} \quad (2)$$

Nilai *spread* menentukan bagaimana data tersebar. Jika nilai *spread* makin besar sensitivitas antardata semakin berkurang. Jika digambarkan, grafiknya sebagai berikut:



Gambar 2. Hubungan nilai *spread* dengan grafiknya

Pada rumus, juga, disebutkan tentang adanya *center* atau pusat. Pusat yang dimaksud disini ialah pusat *cluster* dari data. Jumlah *center* menentukan jumlah *hidden unit* yang dipakai. Penjelasan lebih lengkap mengenai hal tersebut akan dibahas pada subbab berikutnya. Selain fungsi *Gaussian*, fungsi aktivasi lain yang berbasis radial dan yang biasa diterapkan sebagai berikut.

1. **Multi-Quadric Function**
 $\varphi(r) = (r^2 + \sigma^2)^{-1/2}$ parameter $\sigma > 0$
2. **Generalized Multi-Quadric Function**
 $\varphi(r) = (r^2 + \sigma^2)^\beta$ parameter $\sigma > 0, 1 > \beta > 0$
3. **Inverse Multi-Quadric Function**
 $\varphi(r) = (r^2 + \sigma^2)^{-1/2}$ parameter $\sigma > 0$
4. **Generalized Inverse Multi-Quadric Function**
 $\varphi(r) = (r^2 + \sigma^2)^{-\alpha}$ parameter $\sigma > 0, 1 > \alpha > 0$
5. **Thin Plate Spline Function**
 $\varphi(r) = r^2 \ln(r)$
6. **Cubic Function**
 $\varphi(r) = r^3$
7. **Linear Function**
 $\varphi(r) = r$

2.1 Algoritma Pelatihan Jaringan

Berguna atau tidaknya suatu jaringan saraf tiruan ditentukan dari hasil pelatihannya yang berupa bobot neuronnya. RBFN memiliki algoritma pelatihan yang agak unik karena terdiri atas cara *supervised* dan *unsupervised* sekaligus. Pelatihan RBFN terdiri atas dua tahap.

2.1.1 Tahap 1: Clustering Data

Pada tahap pertama, data di-*cluster* atau dikelompokkan berdasarkan kedekatan tertentu, misalnya: kedekatan warna antara 2 *pixel*, kedekatan jarak antar 2 titik, dan seterusnya. Penentuan *cluster* dengan sendirinya akan menghasilkan *center* atau pusat dari kelompok data. Jumlah *cluster* menentukan *hidden unit* yang dipakai.

Dalam menentukan *center*, ada dua cara yang bisa dipakai. Cara yang mudah ialah menentukan *center* secara acak dari kelompok data. Cara yang lebih sulit, tetapi lebih baik ialah dengan menggunakan algoritma *clustering*. Algoritma yang paling mudah ialah algoritma K-means. Dengan algoritma tersebut, jaringan saraf tiruan mampu mencari sendiri *center-center* yang terbaik bagi data. Dengan melihat tahap pertama dari pelatihan RBFN tersebut, dapat disimpulkan bahwa, pada tahap ini, pelatihan bersifat *unsupervised*.

2.1.2 Tahap 2: Pembaharuan Bobot

Jaringan saraf tiruan menyimpan pengetahuannya dalam bobot *neuron-neuronnya*. Pelatihan tahap berikutnya berfungsi mendapatkan nilai bobot *neuron-neuronnya*. Pada tahap ini, ada serangkaian perhitungan yang diperlukan untuk memperbaharui bobot. Pada tahap ini juga, dibutuhkan *data training* beserta targetnya. Jadi, dapat disimpulkan bahwa tahap ini bersifat *supervised*. Langkah-langkah pada tahap ini sebagai berikut.

1. Meneruskan sinyal input ke *hidden layer* dan menghitung nilai fungsi aktivasinya pada tiap *hidden layer*. Untuk itu, digunakan rumus:

$$\varphi(\|X_m - t_j\|) = \exp(-1 / \sigma^2 \cdot \|X_m - t_j\|^2) \quad (3)$$

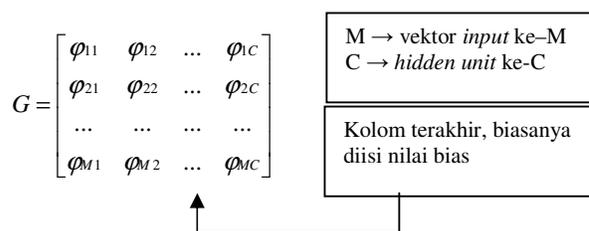
$m = 1, 2, 3, \dots$ sesuai dengan jumlah *training pattern*

$j = 1, 2, 3, \dots$ sesuai dengan jumlah *hidden unit*

$X \rightarrow$ vektor *input*

$t \rightarrow$ vektor data yang dianggap sebagai *center*

2. Menyusun matriks *Gaussian*, dari hasil perhitungan pada langkah 1.



- Menghitung bobot baru (W) dengan mengalikan *pseudoinverse* dari matriks G, dengan vektor target (d) dari *data training*. Rumusnya:

$$W = G^+ d = (G^T G)^{-1} G^T d \quad (4)$$

- Untuk menghitung nilai *output* dari jaringan, digunakan rumus:

$$y(x) = \sum_{i=1}^2 w_i G(\|x - t_i\|) + b \rightarrow \text{nilai bobot bias}$$

G(x) pada rumus ini, artinya sama dengan $\varphi(x)$

2.2 Pengujian Jaringan RBF

Pengujian dilakukan terhadap nilai bobot yang didapat pada akhir pembelajaran. Output merupakan hasil perkalian antara bobot dan nilai matriks yang didapat. Rumus dapat dilihat pada persamaan 5.

$$Y = w_1 * j_1 + w_2 * j_2 + \text{bias} \quad (5)$$

3. Pencitraan Warna

Gambar citra di scan terlebih dahulu untuk mendapatkan pola-pola font tersebut. Proses normalisasi warna dilakukan terhadap font yang telah di scan tersebut. Dilakukan perubahan ke bentuk Gray Scale atau warna keabuan. Font yang memiliki warna keabuan lebih besar dari warna paling hitam+warna paling putih dibagi dengan 3 (tiga). Nilai yang lebih dari hasil perhitungan tersebut akan di bentuk menjadi warna hitam, sedangkan yang lain akan dirubah menjadi warna putih. Normalisasi warna ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses pelatihan jaringan saraf tiruan yang akan dibentuk.

4. Metodologi Perancangan

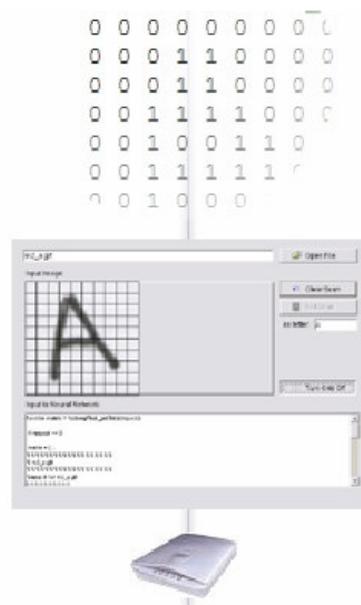
Perancangan perangkat lunak untuk pengenalan karakter menggunakan model Radial dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pra proses JST

Pola huruf abjad di scan terlebih dahulu kemudian hasil jpg akan dikonvert ke dalam 10 * 10 matriks. File gambar tersebut harus disesuaikan dengan ukuran matriks yang telah terbentuk. Setelah itu berikan penyesuaian terhadap tanda hitam abjad tersebut pada tiap-tiap pixel pada matriks. Bila Piksel

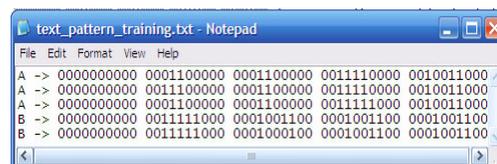
matriks dilalui oleh garis atau tanda hitam maka set dengan satu, sedangkan lainnya set dengan putih.

Matriks yang telah di atur warna putih dan hitam kemudian diberikan lambang biner. 1 untuk warna hitam, dan 0 untuk warna putih. Gambar 3 menjelaskan proses tersebut di atas.



Gambar 3. Proses character recognition menggunakan *image scanner*

Untuk pelatihan digunakan beberapa pola sekaligus yang kemudian akan disimpan dalam basis data pola abjad. Penyimpanan dilakukan di dalam file eksternal berbentuk teks dengan arah garis sejajar 10 * 10. *Database* tersebut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Contoh *database* untuk penyimpanan karakter abjad

Data yang telah didapat kemudian akan diolah pada jaringan saraf tiruan RBF, prosesnya dengan membentuk hidden dengan model cluster. Model yang dipakai menggunakan nilai acak pada titik tertentu untuk memilih pusat cluster. Fungsi yang digunakan untuk membentuk matriks menggunakan model Gaussian (persamaan 1). Setelah nilai matriks didapat maka dilakukan proses perhitungan pseudoinverse dari matriks gaussian yang telah terbentuk tersebut.

Perhitungan invers matriks menggunakan model Gauss (banyak terdapat metode untuk pencarian invers matriks tersebut, contohnya adalah Gauss, Gauss-Jordan, Dekomposisi LU dan sebagainya). Kelemahan pada matriks Gauss Jordan adalah nilai 0 sehingga menimbulkan kesalahan *divide by zero* atau nilai tak hingga, sehingga perlu penambahan mekanisme pivoting untuk menghilangkan atau mengeliminasi kelemahan model tersebut.

Model awal yang dikembangkan menggunakan tambahan layer bias untuk koneksi ke layer output, sehingga matriks yang terbentuk akan bertambah 1 untuk kolom akhir (n+1). Setelah melalui proses pembelajaran tersebut maka bobot akhir didapat. Proses berikutnya dilakukan dengan memasukkan nilai persamaan ke 5, sehingga hasil yang didapat dapat menentukan hasil sistem yang dibuat.

A	B	C	D	E
F	G	H	I	J
K	L	M	N	O
P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y
Z				

Gambar 5. Contoh 1 pola karakter alfabet huruf besar untuk pembelajaran

5. Hasil

Percobaan dilakukan terhadap karakter abjad besar (A-Z) dengan memberikan pelatihan sebanyak 4 pola untuk masing-masing font tertentu, sehingga jumlah data pelatihan sebanyak $4 * 26$ buah atau sekitar 104 data pelatihan dengan output sebanyak 26 (jumlah abjad A-Z). Pengujian dilakukan dengan memberikan sinyal derau atau noise terhadap abjad yang terbentuk. Dari 50 data pengujian didapat 38 data dikenali dan 12 data tidak dikenali oleh sistem. Proses untuk mengenali pola dilakukan sangat cepat atau kurang lebih kurang dari 2 detik. Walaupun dikatakan model ini tidak terlalu berhasil (dilihat dari prosentase hasil yang didapat, tetapi setidaknya hampir 80 persen dapat dikenali dan dikatakan baik).

6. Penutup dan Kesimpulan

Pengenalan huruf menggunakan jaringan saraf tiruan telah banyak dikembangkan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini telah dikembangkan perpaduan model Jaringan saraf tiruan antara model radial dengan pembentukan *cluster* menggunakan model SOMA (*Self Organizing Map*).

Cluster dibentuk secara otomatis untuk menentukan pusat cluster yang kemudian akan digunakan pada model radial basis function. Hasil yang diperoleh dari model gabungan ini ternyata menunjukkan keakuratan yang cukup baik. Hasil uji coba membuktikan bahwa lebih dari 97 persen (atau hampir 100 persen) huruf dapat dikenali oleh sistem berbasis radial tersebut. Dari 50 kali percobaan ternyata terdapat kesalahan antara dua dan satu saja. Sehingga kesimpulan yang didapat dari penelitian ini sudah cukup baik untuk pengenalan pola abjad dan kemungkinan dikembangkan pada model *pattern recognition* lain yang lebih kompleks.

Saran kedepan dapat dilakukan dalam penentuan titik cluster yang dilakukan tidak dengan cara random, tetapi dapat dilakukan dengan model pembentukan cluster secara otomatis (*C-Cluster*) dan lain-lain. Sehingga memang cluster yang terbentuk merupakan kelompok yang berciri dan bersesuaian antara pola-pola yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [BUT92] Butorovic, L.J. Citkusev. *Backpropagation and Forward propagation*. International Joint Conference of Neural Network. 1992.
- [CHE92] Chester, M., *Neural Network A Tutorial*, Prentice Hall International New Jersey
- [ERW02] Erwin, Muhammad. *Sistem cerdas identifikasi objek 2 dimensi menggunakan jaringan saraf tiruan propagasi balik*. Skripsi S1 Teknik Informatika. 2002
- [ERW05] Erwin, Muhammad. *Diktat kuliah Jaringan Saraf Tiruan (version 3.0)*. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. 2005.
- [FAU94] Fausett, Laurence. *Fundamental Of Neural Network*. New Jersey : Prentice Hall, 1994.
- [KOS92] Kosko, B., ed. *Neural Network for Signal processing*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1992.
- [KOS99] Kosz, D. *New numerical methods of fingerprints' recognition based on mathematical description of arrangement of dermatologys and creation minutiae*. OPTTEL. 1999.

- [LAN00] Lanny Panjaitan. *Pengembangan metode pemodelan pola tingkah laku berbasis jaringan saraf tiruan propagasi balik dengan bobot awal deterministic untuk sistem-sistem dinamik*. Disertasi ITB. 2000.
- [MAR00] Mardi, Alfa. Dan Agus Harjoko. *Pemahaman citra teks menggunakan jaringan saraf tiruan*, “ Prosiding seminar nasional aplikasi system cerdas dalam rekayasa dan bisnis, 2000, 189-199.
- [NAL97] Nalwan, Agustinus, *Pengolahan gambar secara digital*. Yogya: Elex Media Competindo, 1997.
- [SUP91] Suparman. *Mengenal Artificial Intelligence*. Yogyakarta. Andi Offset, 1991.
- [THI04] Thiang, Hadi Saputra. *Sistem pengenalan kata dengan menggunakan Linear Predictive Coding dan Nearest Neighbor Classifier*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Elektro SNPTE 2004. ISSN 0216-034X.