IMPLEMENTASI ALGORITMA *ADAPTIVE NEURON FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) UNTUK MEMPREDIKSI HARGA GABAH

Arie Alhaq[1], Kania Evita Dewi[2]

[1,2] Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung
Email : ariealhaq@gmail.com[1], kania.evita.dewi@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

Gabah merupakan hasil tanaman padi yang telah dipisahkan dari tangkainya dengan cara perontokan. Pada saat ini banyak petani Indonesia yang mengeluhkan anjloknya harga gabah tetapi harga beras naik, yang menyebabkan itu terjadi karena para pedagang terlalu besar dalam mengambil untung dan juga kurangnya info petani dalam menjual gabah sesuai kriteria-kriterianya. ANFIS digunakan pada prediksi tingkat pengangguran dan mendapatkan RMSE sebesar 1,274 dan juga ANFIS pernah digunakan untuk memprediksi nilai post test mahasiswa dan mendapatkan RMSE sebesar 0,01.

Pada penelitian ini data harga gabah berdasarkan kualitas terdiri dari 2 yaitu data kadar air dan kadar hampa yang didapatkan dari BPS. ANFIS terdiri dari 2 tahap yaitu tahap maju dan tahap mundur (*backpropagation*). Pada saat pelatihan data akan melewati tahap maju dan tahap mundur untuk mendapatkan nilai RMSE terbaik dengan parameter yang di update pada tiap epoch, sampai mendapatkan nilai RMSE terkecil atau epoch maksimal yang diinputkan. Pada saat pengujian yang dilakukan hanya tahap maju saja dengan nilai parameter diambil dari nilai parameter *update* pelatihan.

Berdasarkan hasil pelatihan dengan menggunakan data 7 bulan, 9 bulan dan 11 bulan terakhir didapatkan nilai RMSE dengan epoch pertama nilai RMSEnya sebagai berikut pada saat 7 bulan sebesar 20.11, pada saat 9 bulan sebesar 120.342, dan pada saat 11 bulan sebesar 132.392, sehingga nilai RMSE terkecil didapat pada saat penggunaan data 7 bulan terakhir. Lalu untuk pengujian akan dilakukan dengan menggunakan nilai parameter update dari hasil pelatihan yang menghasil RMSE terkecil dari hasil pelatihan, dan didapatkanlah hasil pengujian prediksi dan nilai RMSE terkecil dengan parameter 7 bulan terakhir sebesar 3.5313E-07 dengan hasil Output yaitu harga gabah senilai Rp. 6098.

Kata Kunci : Prediksi, Harga Gabah, Neuro Fuzzy, ANFIS, *Backpropagation*

1. PENDAHULUAN

Gabah merupakan hasil tanaman padi yang telah dipisahkan dari tangkainya dengan cara perontokan. Gabah nantinya akan menjadi beras lalu beras dimasak dan menjadi nasi, yang merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Pada saat ini banyak petani Indonesia yang mengeluhkan anjloknya harga gabah tetapi harga beras naik, yang menyebabkan itu terjadi karena para pedagang terlalu besar dalam mengambil untung dan juga kurangnya info petani dalam menjual gabah sesuai kriteria-kriterianya. Untuk itu dibutuhkanya suatu sistem memprediksi harga gabah dalam menentukan harga gabah yang akan dijual.

Pada penelitian tentang memprediksi harga gabah sebelumnya telah dilakukan oleh Reino Adi Septiawan dengan menggunakan Logika Fuzzy [1], tetapi output yang dihasilkan belum diketahui sudah akurat apa belum karena tidak adanya proses pengecekan kesalahan dan pelatihan pada data parameternya. Jadi pada penelitian kali ini akan digunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam memprediksi harga gabah. ANFIS pernah digunakan dalam memprediksi harga emas oleh Antony dan mendapatkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0.38% [2], ANFIS pernah digunakan juga pada prediksi tingkat pengangguran dan mendapatkan RMSE sebesar 1,274 [3] dan juga ANFIS pernah digunakan untuk memprediksi nilai *post test* mahasiswa dan mendapatkan RMSE sebesar 0,01 [4] , dari beberapa penelitian diatas dapat dilihat bahwa metode ANFIS dapat menghasilkan nilai *error* yang kecil yang berarti memiliki keakurasian yang cukup tinggi dalam memprediksi dan juga ANFIS memiliki keunggulan yaitu teknik pembelajaranya yang dapat mengoptimalkan proses sehingga dapat mengurangi waktu proses.

Metode ANFIS memiliki keunggulan pada teknik pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan untuk mengoptimasi proses. Oleh karena itu, metode ANFIS ini diharapkan dapat memberikan hasil performansi berdasarkan nilai keluaran

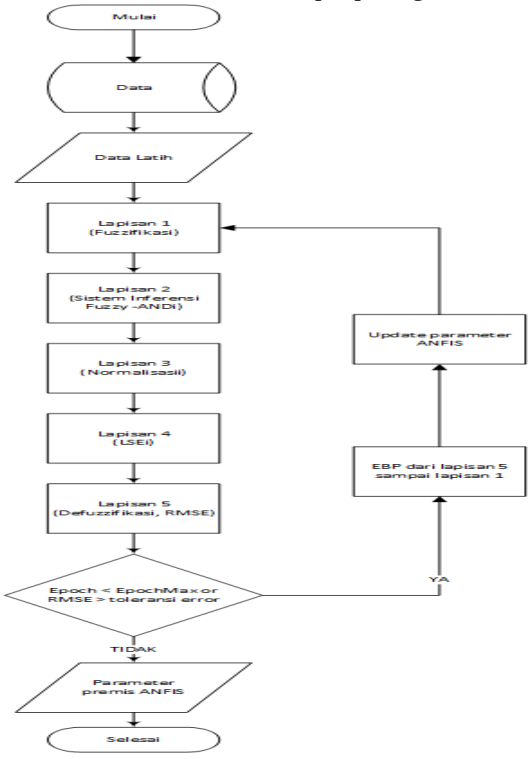
dengan ketepatan tinggi dan nilai *error* yang kecil dalam memprediksi harga gabah.

2. ISI PENELITIAN

2.1 Analisis

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu [5]. Bisa dikatakan bahwa ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan penyetelan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. Pada ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi.

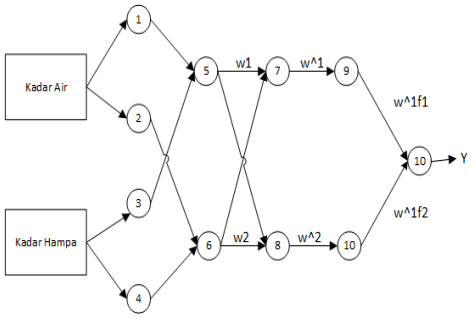
Analisis algoritma yang dilakukan dalam penelitian ini adalah meneliti bagaimana cara kerja algoritma *ANFIS* dalam sistem prediksi harga gabah. Pada metode ANFIS terdapat beberapa tahapan analisis yang berupa lapisan–lapisan pengolahan data, berikut tahapan dalam metode ANFIS tersebut terdapat pada gambar 1:



Gambar 1 *Flowchart* Metode ANFIS

Berdasarkan Gambar 1 Terdapat data *input* parameter yang harus dimasukkan ke dalam sistem sebagai data pembelajaran yaitu data kadar air dan kadar hampa/kotoran. Apabila data input benar, maka dilanjutkan ke proses *fuzzifikasi*, pada proses ini data masukan diubah menjadi fungsi keanggotaan fuzzy dengan mengubah angka – angka yang ada pada skala 0 sampai 1. Proses selanjutnya adalah mesin inferensi, pada proses ini dilakukan penalaran pada data masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Proses terakhir adalah *deffuzifikasi*, dalam proses ini dilakukan suatu pemetaan himpunan fuzzy ke dalam himpunan tegas (*crips*) untuk menghasilkan output. Setelah lapisan 1-5 selesai dikerjakan, terdapat pengecekan apakah *epoch* sudah memenuhi jumlah *epoch* yang diinginkan dan rmse sudah memenuhi batas toleransi *error*, jika kedua atau salah satunya bernilai benar maka proses akan berhenti dan akan didapatkan nilai parameter baru hasil pelatihan yang akan dipakai pada saat pengujian, jika belum memenuhi salah satu kondisi maka dilakukan perulangan tahap ANFIS dari awal dengan nilai a, b dan c yang di dapat dari *epoch* sebelumnya sampai salah satu kondisi terpenuhi.

Proses prediksi ANFIS menggunakan beberapa variabel atau parameter data yaitu Kadar air dan kadar hampa/kotoran. Berikut adalah alur arsitektur metode ANFIS yang akan digunakan pada penelitian ini terdapat pada gambar 2:



Gambar 2 Arsitektur ANFIS

Melihat dari stuktur ANFIS di gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa setiap parameter pendukung untuk memprediksi harga gabah memiliki dua kategori yaitu rendah dan tinggi pada kadar air juga kadar hampa yang akan diolah pada lapisan 1, kemudian dihitung pembobotan untuk tiap kategorinya pada lapisan ke 2, kemudian dihitung rata-rata bobot pada lapisan 3, kemudian menghitung nilai pembelajaran menggunakan LSE pada lapisan 4 dan menghitung nilai akhir pada lapisan 5. yang nantinya akan menghasilkan harga prediksi gabah.

Data yang akan digunakan dalam simulasi ini yaitu sebanyak 7 bulan terakhir yang ditampilkan pada tabel 1 seperti dibawah ini:

Tabel 1 Ilustrasi Tabel Input dan Output

KADAR AIR	KADAR HAMPA	TARGET OUTPUT
12.63	2.28	5457
12.87	2.14	5470
12.65	2.08	5502
12.71	2.18	5531
12.78	2.41	5593
12.24	2.17	5605
12.76	2.36	6089

1. Lapisan 1

Pada lapisan pertama terjadi proses fuzifikasi. Proses ini adalah untuk memetakan inputan data kedalam himpunan *fuzzy*. Dalam proses ini akan dilakukan perhitungan fungsi keanggotaan fuzzy untuk mentransformasi masukan himpunan klasik ke derajat tertentu. Fungsi Keanggotaan yang digunakan adalah jenis *Generalized-Bell*.

$$gbell(x,a,b,c) = \frac{1}{1+\left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}}$$

Penentuan kategori dilihat dari tingkat-tingkat kadar air dan kadar hampa yang ditentukan oleh bulog dalam penentuan harga gabah berdasarkan kualitasnya terdapat dalam PERPRES no 5 tahun 2015 yaitu GKG (Gabah Kering Giling) dengan kondisi kadar air lebih kecil atau sama 14% (<=14%) dan kadar hampa lebih kecil atau sama dengan (<=3%) . Lalu kondisi tersebut dibagi menjadi 2 kategori yaitu jika kadar air lebih besar dari 12.65% dan lebih kecil atau sama dengan 14% (12.65% < KA <=14%) dan kadar hampa lebih besar dari 2.25% dan lebih kecil atau sama dengan 3% (2.25% < KH <=3%) maka termasuk kategori tinggi dan jika kadar lebih kecil atau sama dengan 12.5% (KA <=12.65%) dan kadar hampa lebih kecil atau sama dengan 2.25% (KH <=2.25%) maka termasuk kategori rendah. Berikut adalah tabel inputan yang telah dikategorikan dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 inputan yang telah dikategorikan

Kadar Air	Kategori	Kadar Hampa	Kategori
12.63	Rendah	2.28	Tinggi
12.87	Tinggi	2.14	Rendah
12.65	Rendah	2.08	Rendah
12.71	Tinggi	2.18	Rendah
12.78	Tinggi	2.41	Tinggi
12.24	Rendah	2.17	Rendah
12.76	Tinggi	2.36	Tinggi

Dapat dilihat dari tabel 3 diperoleh kategori kadar air rendah dan juga tinggi lalu dari tabel didapatkan nilai a dan c nya. Untuk ilustrasi perhitungan dapat dilihat dibawah ini:

Max : 12.65
Min : 12.24
rentang = Max – Min
= 12.65 – 12.24 = 0.4137
a= rentang / 2
= 0.4137/ 2 = 0.205
c= a + Min
= 0.2069 + 12.24 = 12.45

Parameter premis akan diinisialisasi berdasarkan data masukan yang ada pada tabel 2 untuk direpresentasikan kedalam kurva fungsi keanggotaan. Bersadasarkan data pada tabel 2 maka parameter premis yang akan digunakan dalam perhitungan metode ANFIS ini dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 Parameter Premis

		Kadar Air	Kadar Hampa/Kotoran
Rendah	**a**	0.207	0.05
	b	1	1
	c	12.44	2.13
Tinggi	**a**	0.08	0.065
	b	1	1
	c	12.79	2.34

Setelah penentuan parameter premis selesai maka langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *membership function* dari setiap parameternya yaitu kadar air dan kadar hampa menggunakan persamaan [5]. Dari rumus gbell di atas maka didapatkan output untuk kadar air dapat dilihar pada tabel 4:

Tabel 4 *Output* Lapisan 1 (Kadar Air)

Data ke	Kadar Air (KA)	
	Rendah	Tinggi
1	0.551147541	0.2
2	0.188749158	0.5
3	0.5	0.246153846
4	0.374387528	0.5
5	0.272447326	0.984615385
6	0.5	0.020718679
7	0.297522124	0.876712329

Untuk output lapisan kadar hampa/kotoran dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Output Lapisan 1 (Kadar Hampa)

Data ke	Kadar Hampa (KH)	
	Rendah	Tinggi
1	0.1	0.5
2	0.961538462	0.091351351
3	0.5	0.056749496
4	0.5	0.134340223
5	0.030902349	0.5
6	0.609756098	0.121233859
7	0.045126354	0.949438202

2. Lapisan 2

Output dari lapisan 2 adalah hasil perkalian dari semua sinyal yang masuk. Masing-masing keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan dari aturan fuzzy. Pada lapisan 2 ini akan dihitung nilai W1 dan W2 dari setiap nilai keanggotaan yang didapat dari tabel 3.4 dan 3.5 dengan menggunakan persamaan dibawah [5].

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x).\mu_{B_i}(y), untuk\ i = 1,2$$

Hasil output lapisan 2 dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6 *Output* Lapisan 2

Data Ke-	W_1	W_2
1	0.055114754	0.1
2	0.181489575	0.045675676
3	0.25	0.013969107
4	0.187193764	0.067170111
5	0.008419262	0.492307692
6	0.304878049	0.002511805
7	0.013426089	0.832384177

3. Lapisan 3

Lapisan Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul nonadaptif yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternomalisasi (normalized firing strength) yaitu rasio keluaran simpul ke-i pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh keluaran lapisan sebelumnya, dengan bentuk fungsi [5]:

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, untuk\ i = 1,2$$

Dari persamaan diatas dapat dilihat output lapisan 3 pada tabel 7 berikut:

Tabel 7 *Output* Lapisan 3

Data Ke-	$\overline{W_1}$	$\overline{W_2}$
1	0.355316	0.644683999
2	0.798932	0.201068058
3	0.947081	0.052919476
4	0.735929	0.264070954
5	0.016814	0.983185922
6	0.991829	0.0081714
7	0.015874	0.984126359

4. Lapisan 4

Pada lapisan 4 ini dilakukan perhitungan pembelajaran arah maju dengan metode RLSE (Recrusive Least Square Estimator) yang bertujuan untuk mencari nilai A1..An sampai C1..Cn. Setelah nilai didapatkan maka terbentuklah matriks A.

$$A = \begin{bmatrix} 4.48764010 & 0.081012 & 0.355316 & 8.112358 & 1/469879 & 0.64468 \\ 3.33892192 & 0.602808 & 0.2643687 & 9.290819 & 1.677363 & 0.73563 \\ 8.59176235 & 1.428622 & 0.6675806 & 4.278237 & 0.711377 & 0.33241 \\ 11.733800 & 1.929352 & 0.9275731 & 0.916199 & 0.150647 & 0.07426 \\ 9.36783148 & 1.606756 & 0.73704417 & 3.342168 & 0.573243 & 0.26295 \\ 0.27777831 & 0.052383 & 0.0217357 & 12.50221 & 2.355761 & 0.97826 \\ 11.944515 & 2.119513 & 0.9761551 & 0.291772 & 0.051777 & 0.02384 \end{bmatrix}$$

Dari matriks A diatas akan dicari nilai parameter konsekuen θ(teta) dengan menggunakan metode *Least-Squares Estimator* (LSE). Jika matriks A^T.A memiliki nilai determinan tidak sama dengan nol maka matriks itu bersifat non singular, maka rumus yang digunakan [5]:

$$\Theta = (A^T.A)^{-1}.A^T.Y$$

Dan didapatkan hasilkonsekuen teta yang dapat dilihat pada tabel 8 berikut:

Tabel 8 Parameter Konsekuen

Parameter	Θ
A1	-2177.146957
B1	-6361.3597
C1	46073.47452
A2	7082.485284
B2	-12872.56703
C2	-53853.64326

Setelah nilai konsekuen teta didapatkan maka langkah selanjutnya yaitu mencari dilakukan output lapisan 4, perhitungan output lapisan 4dengan menggunakan persamaan[5]:

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i(p_i x + q_i y + r_i)$$

Dari persamaan diatas maka didapatkan hasil output lapisan 4 dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

Tabel 9 *Output* Lapisan Keempat

Data Ke-	$\overline{W_1}f_1$	$\overline{W_2}f_2$

Data Ke-	$\overline{W_1}f_1$	$\overline{W_2}f_2$
1	1446.92078	4028.432425
2	3547.484261	1960.544035
3	5020.414511	474.4154895
4	3336.829277	2139.647735
5	49.07456994	5542.84054
6	5575.113407	40.0603386
7	52.06983601	6042.152796

5. Lapisan 5

Pada lapisan ini hanya ada satu *node* tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan masukan yang berasal dari lapisan ke 4. Dengan persamaan[5]:

$$\sum_i \overline{W_i} f_i = \overline{W_1} f_1 + \overline{W_2} f_2$$

Dari persamaan diatas didapatkan output lapisan ke 5. Output lapisan ke 5 dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 *Output* Lapisan kelima

Data Ke-	$\sum_i \overline{W_i} f_i$
1	5475.353205
2	5508.028296
3	5494.83
4	5476.477012
5	5591.91511
6	5615.173746
7	6094.222632

6. RMSE (*Root Mean Squared Error)*

RMSE merupakan metode alternative untuk mengevaluasi teknik peramalan. RMSE adalah ratarata kuadrat dari perbedaan nilai estimasi dengan nilai observasi suatu variabel. Jika nilai RMSE semakin kecil maka estimasi model atau variabel tersebut semakin valid. Berikut perhitungan RMSE pada tahap pertama dari 7 data yang dimasukan. Berikut bentuk persamaan RMSE[5]:

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Y_i - (\sum_i \overline{W_i} f_i))^2}}{n}$$

Dari persamaan diataskan maka dapat diketahui bawah RMSE yang didapatkan dari perhitungan diatas ada sebesar 20.26102

2.2Pengujian ANFIS

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter a, b dan c baru dari pelatihan 7 bulan, 9 bulan dan 11 bulan terakhir. Dari ketiga pelatihan tersebut akan dicari nilai RMSE terkecil sebagai parameter update yang akan digunakan pada saat pengujian. Pengujian dilakukan dengan beberapa epoch yaitu 20, 200 dan 2000. Berikut hasil pengujianya dapat dilihat pada tabel 11 berikut:

Tabel 11 Hasil Pengujian RMSE pada Pelatihan

No	Data	Epoch		
		20	200	2000
1	7	51.46149	79.0668	2.69762
2	9	138.40789	136.70	146.7578
3	11	181.67	176.93	177.64972

Dari hasil pengujian pada tabel 4.8 dapat dlihat bahwa pada saat epoch 2000 dengan 7 bulan terakhir menghasilkan nilai RMSE terkecil dengan RMSE sebesar 2.69762, pada saat epoch 200 dengan 9 bulan terakhir menghasilkan nilai RMSE terkecil sebesar 136.70 dan pada saat epoch 200 dengan 11 bulan terakhir menghasilkan niali RMSE terkecil sebesar 176.93. Dari pelatihan didapatkan nilai parameter update yang akan dipakai untuk pengujuan. nilai parameter update yang diambil yaitu data yang mendapatkan nilai RMSE terkecil pada tiap pelatihan yang dilakukan. Dari pengujian didapatkan lah hasil akhir prediksi yang dapat dilihat pada tabel 12 berikut:

Tabel 12 *Output* Pengujian

No	Parameter			Output		
	7	9	11	7	9	11
1	3.5313 E-07	3.534 E-07	4.281 E-07	6098	6098	6098

Dari tabel dapat dilihat bawah dengan menggunakan nilai parameter a, b dan c dari 7 bulan terakhir didapatkan nilai RMSE terkecil yaitu sebesar 3.5313E-07 dengan harga gabah berkisar di Rp.6098.-.

3. PENUTUP

Pada bagian ini akan menjelaskan kesimpulan dan saran dari penelitian.

3.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis masalah, pengumpulan data, analisis metode hingga

peranangan dan implementasi, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai implementasi algoritma *adaptive neuron fuzzy inference sistem* (ANFIS) untuk memprediksi harga gabah telah tercapai, dengan memperoleh nilai RMSE sebesar 3.53137E-07 yang dihasilkan dari data latih 7 bulan terakhir. Hasil tersebut menjawab tujuan awal dari penelitian ini untuk menentukan cara mengimplementasikan metode ANFIS agar menghasilkan hasil prediksi yang baik.

3.2. Saran

Berdasarkan hasil dari keseluruhan penelitian maka dapat diberikan saran untuk penelitian berikutnya agar lebih baik, yaitu aturan penentuan nilai a, dan c pada metode generalized-bell untuk mengubah nilai aktual menjadi nilai keanggotaan fuzzy harus lebih diperhatikan dan disesuaikan pada setiap parameternya. Pada penelitian ini, sempat ditemukan masalah ketika satu aturan diterapkan pada semua parameter, karena ada salah satu dari parameter tersebut justru menghasilkan nilai penghitungan yang error akibat dari aturan yang diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. A. Septiawan, "IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY MAMDANI UNTUK MENENTUKAN HARGA GABAH," *JURNAL INFORMATIKA*, vol. V, pp. 8-18, 2013.

[2] A. R. and N. I. Manik, "PERANCANGAN PROGRAM PREDIKSI HARGA EMAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM," *JURNAL INFORMATIKA,* vol. IV, pp. 13-21, 2014.

[3] C. Dewi and W. W. Himawati, "Prediksi Tingkat Pengangguran Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)," *Konferensi Nasional Sistem & Informatika,* vol. II, pp. 26-36, 2015.

[4] B. T. Kuncahyo, H. Ginardi and I. Arieshanti, "PENERAPAN METODE ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM UNTUK MEMPREDIKSI NILAI POST TEST MAHASISWA JURUSAN INFORMATIKA FTIF ITS," *Makalah Seminar Tugas Akhir,* vol. III, pp. 20-28, 2012.

[5] J. Jang, C. Sun and E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice-Hall Internasional, 1997.