

PERANCANGAN DAN SIMULASI *BASIC ENGINE* ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)

Mindit Eriyadi, S.Pd, M.T

Dosen Program Studi Teknik Elektro

Politeknik Enjinering Indorama

Email : mindit.eri@gmail.com ; mindit.eriyadi@pei.ac.id

Abstrak : *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* merupakan salah satu variasi bentuk dari fuzzy. Untuk dapat menggunakan ANFIS, dapat dibuat engine ANFIS yang berfungsi menjalankan logika fuzzy yang dirancang. Perancangan dan simulasi basic engine ANFIS ini bertujuan untuk merancang sebuah basic engine ANFIS dan menguji performansinya dalam sebuah simulasi. Perancangan dan pengujian simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB 7.5.0 dengan fitur anfis editor. Dari hasil pengujian simulasi basic engine ANFIS yang dirancang, didapatkan hasil bahwa basic engine yang dirancang dapat menghasilkan sebuah keputusan yang tepat dengan menggunakan input – input yang ada.

Kata Kunci : fuzzy, anfis, simulasi

ABSTRACT : *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) is one variation of the shape of fuzzy. To be able to use ANFIS, can be made ANFIS functioning engine running fuzzy logic designed. Design and simulation of basic engine ANFIS aims to design a basic engine ANFIS and test its performance in a simulation. Design and simulation testing done using MATLAB 7.5.0 software with features ANFIS editor. From the test results basic simulation engine designed ANFIS, showed that the basic engine is designed achieves a right decision by using various current input.*

Keywords : fuzzy, anfis, simulation

1. Pendahuluan

Adaptive Neuro - Fuzzy Inference system adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy rule base model Sugeno, dan juga sama dengan jaringan saraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu (Kusumadewi, 2006). Adaptive Neuro - Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan jaringan saraf adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan fuzzy (*fuzzy inference system*). Dengan penggunaan suatu prosedur hybrid learning, ANFIS dapat membangun suatu mapping input - output yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (pada bentuk aturan fuzzy if – then) dengan fungsi keanggotaan yang tepat. Sistem kesimpulan fuzzy yang memanfaatkan aturan fuzzy if - then dapat memodelkan aspek pengetahuan manusia yang kualitatif dan memberi reasoning process tanpa memanfaatkan analisa kuantitatif yang tepat.

2. Landasan Teori

a. *Fuzzy Logic*

Ide himpunan fuzzy (fuzzy set) diawali dari matematika dan teori system dari L.A Zadeh. Pada saat itu logika *fuzzy* diperkenalkan bukan sebagai metodologi untuk mengatur, tetapi suatu cara untuk memproses data dimana keanggotaan parsial himpunan diperbolehkan, sebagai pengganti himpunan keanggotaan atau bukan himpunan keanggotaan crisp. Logika Fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika fuzzy itu sendiri sudah ada sejak lama (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2004, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan", hal.1). Menurut Sri Kusuma Dewi, ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain :

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Karena logika fuzzy menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan - perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang "eksklusif", maka logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi - fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman - pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama Fuzzy Expert System menjadi bagian terpenting.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik - teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro (Kusumadewi, 2006).

b. Jaringan Syaraf Tiruan

Ada beberapa pengertian mengenai Jaringan Syaraf Tiruan diantaranya :

1. Jaringan Syaraf Tiruan adalah suatu teknik pemrosesan informasi berbasis computer yang mensimulasikan dan memodelkan sistem syaraf biologis.
2. Jaringan Syaraf Tiruan adalah suatu model matematik yang mengandung sejumlah besar elemen pemroses yang diorganisasikan dalam lapisan.
3. Jaringan Syaraf Tiruan adalah suatu sistem komputasi yang dibuat dari sejumlah elemen pemroses yang sederhana dan saling diinterkoneksi untuk pemroses informasi melalui masukan dari luar dan mampu inresponsi keadaan yang dinamis.

JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
2. Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
3. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.

c. ANFIS

Konsep logika Fuzzy yang sangat sistematis pertama kali diusulkan oleh Dr. Lotfi A. Zadeh, seorang bidang ilmu komputer dari University Of California, Berkeley, Amerika Serikat. Pada bulan Juni tahun 1965, profesor Zadeh mempublikasikan makalah atau paper pertama yang membahas “Fuzzy Sets ” pada jurnal Information and Control [Suyanto,ST,MSc., 2008, “Soft Computing: membangun mesin ber-IQ Tinggi”,hal.2]. Pada perkembangan *fuzzy logic*, Dr. Lotfi A. Zadeh mendefinisikan *Soft Computing* sebagai sekumpulan metodologi yang berkembang secara terus menerus, yang bertujuan untuk menghasilkan sistem yang memiliki toleransi terhadap ketidakakuratan (imprecision), ketidakpastian (uncertainty), dan kebenaran parsial (partial truth) untuk mencapai ketahanan (robustness), bisa ditelusuri (tractability) dan biaya rendah [Zadeh, Lotfi A., 2006, “ soft computing”,www.cs.berkeley.edu/~zadeh]. Sistem inferensi fuzzy (FIS) adalah sebuah framework komputasi populer berdasarkan pada konsep teori himpunan fuzzy, aturan if - then fuzzy, dan penalaran fuzzy (Kusumadewi, 2006). Sistem inferensi fuzzy (*Fuzzy Inference System*) pada dasarnya mendefinisikan pemetaan nonlinear dari vektor data *input* menjadi skalar *output*. Proses pemetaan melibatkan *input / output* fungsi keanggotaan, operator - operator fuzzy, aturan fuzzy *if - then*, agregasi dari himpunan *output* dan *defuzzification* (Hartono, 2010). Adaptive Neuro - Fuzzy Inference system adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy rule base model Sugeno, dan juga sama dengan jaringan saraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu (Kusumadewi, 2006). Sistem *fuzzy inference* yang digunakan adalah sistem inferensi fuzzy model Takagi – Sugeno - Kang (TSK) orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi.

Rule 1 : *if x is A₁ and y is B₁ then z₁ = ax + by + c*

premis konsekuen

Rule 2 : *if x is A₂ and y is B₂ then z₂ = px + qy + c*

premis konsekuen

Input adalah *x* dan *y*, konsekuen adalah *z*.

Langkah dari *fuzzy reasoning* dilakukan oleh sistem kesimpulan *fuzzy* terdiri dari 5 layer yaitu :

Layer 1 : Merupakan layer pertama setelah *x* dan *y* dimasukkan. Setiap node ke - *I* di dalam layer ini merupakan *adaptive node* dengan fungsi tersendiri.

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \text{ untuk tiap } i = 1, 2, \text{ atau}$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y) \text{ untuk tiap } i = 3,4$$

Dimana x (atau y) merupakan data input ke dalam node i dan A_i (atau B_{i-2}) berisi label linguistic (misal “kecil” atau “besar”) yang terkait dengan node ini. Fungsi yang digunakan, yaitu *generalize bell function* :

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + |\frac{x-c_1}{a_1}|^{2b}} \tag{2.39}$$

Dimana $\{ a_i, b_i, c_i \}$ adalah parameter set. Selama parameter ini berubah, fungsi bentuk bell ini akan berubah, yang kemudian menunjukkan berbagai macam bentuk fungsi keanggotaan untuk set fuzzy A . Parameter dalam layer ini disebut sebagai *premise parameters*.

Layer 2 : Tiap node dalam layer ini merupakan node yang tetap ditandai sebagai Π , yang mana outputnya adalah produk keluaran dari semua signal yang masuk :

$$O_2 = w_i = \mu_{A_i}(x)\mu_{B_i}(y), i = 1,2 \tag{2.40}$$

Tiap output node merepresentasikan kekuatan dari sebuah rule. Pada umumnya, Operasi *T - norm* yang mana saja yang dapat melakukan *fuzzy logic* dan dapat digunakan sebagai fungsi node dalam layer ini.

Layer 3 : Tiap node pada layer ini merupakan node yang ditandai dengan tetap sebagai N . Node ke - i mengkalkulasi rasio dari kekuatan rule ke - i ke semua jumlah yang didapat dari rule’s firing strengths:

$$O_4 = \varpi_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1,2 \tag{2.41}$$

Untuk penggunaannya, tiap output pada layer ini disebut sebagai *normalized firing strengths*.

Layer 4 : Tiap node i dalam layer ini merupakan node adaptif dengan sebuah node fungsi

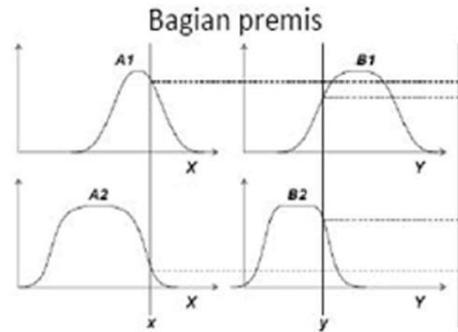
$$O_{4,i} = \varpi_i f_i = \varpi_i(p_i x + q_i x + r_i), \tag{2.42}$$

Dimana ϖ_i adalah normalisasi firing strength dimulai dari layer 3 dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ yang merupakan set parameter dari node ini.

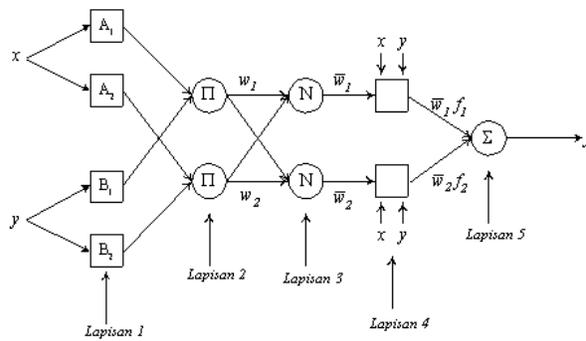
Layer 5 : Node yang tersendiri pada layer ini ditandai dengan tanda tetap sebagai Σ , yang mana menghitung keseluruhan output sebagai signal input yang dijumlahkan :

$$\text{Output keseluruhan} = O_{5,1} = \sum_i \varpi_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \tag{2.43}$$

(Jang, 1997)

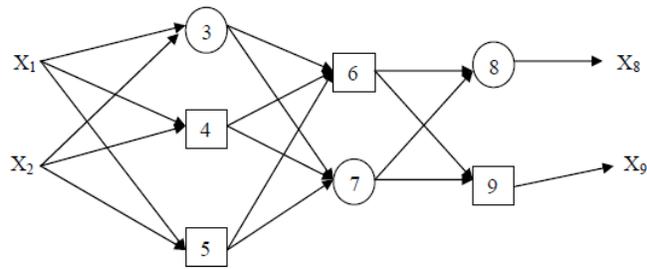


Gambar 1. Model fuzzy Sugeno orde satu dengan dua buah input

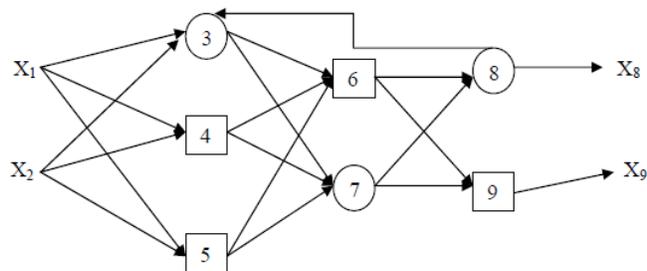


Gambar 2. Arsitektur ANFIS

(a) feedforward



(a) recurrent

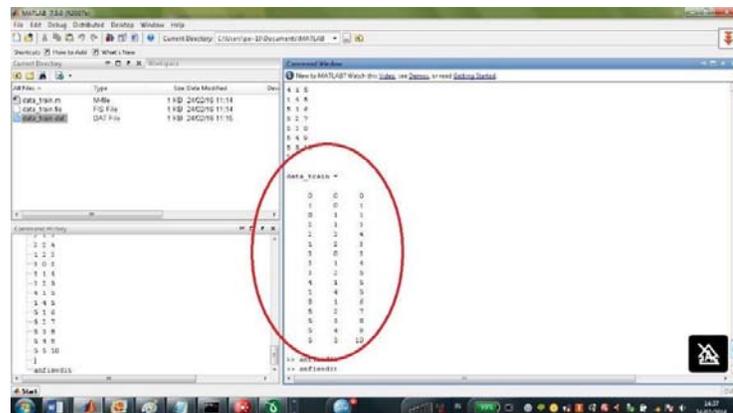


Gambar 3. Jaringan adaptif : Arsitektur dan algoritma pembelajaran

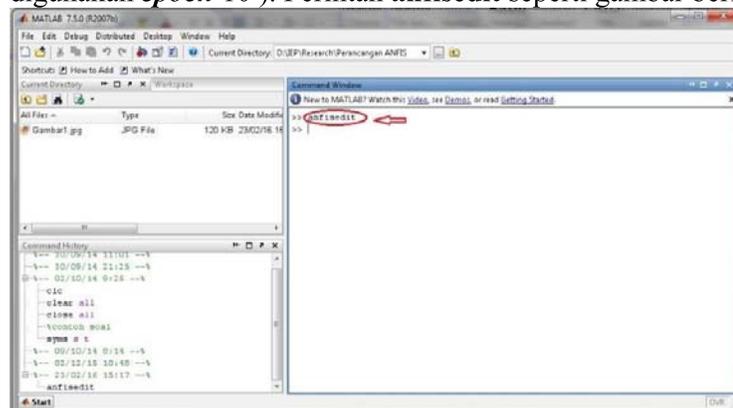
3. Perancangan dan Simulasi

Beberapa tahapan proses perancangan *basic engine* ANFIS dengan menggunakan MATLAB 7.5.0 adalah dengan langkah sebagai berikut :

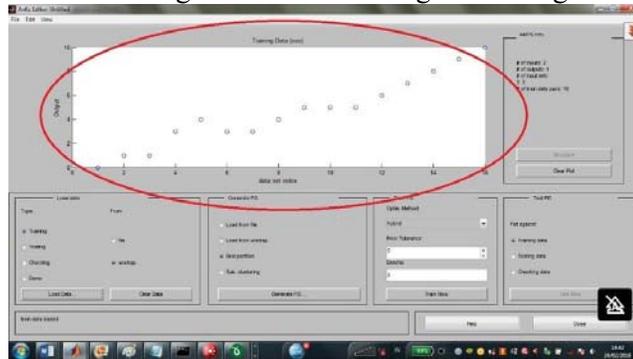
- a. Menentukan kasus yang akan diselesaikan untuk melakukan simulasi pengujian *basic engine* ANFIS yang kita buat. Dalam penelitian ini kasus yang akan diselesaikan masalahnya adalah : menentukan kelulusan uji kompetensi instalasi listrik berdasarkan dua input, yaitu frekuensi latihan dan penguasaan PUIL.
- b. Membuat atau menyiapkan data yang akan dijadikan sarana training ANFIS, yang merupakan gabungan antara masukan dengan keluaran. Dari kombinasi-kombinasi yang mungkin dapat kita bentuk menjadi matrik dengan jumlah kolom sebanyak tiga kolom yang merepresentasikan dua masukan dan satu keluaran. Matriks tersebut terdiri dari komposisi beberapa kemungkinan. Buat matrik seperti gambar berikut :



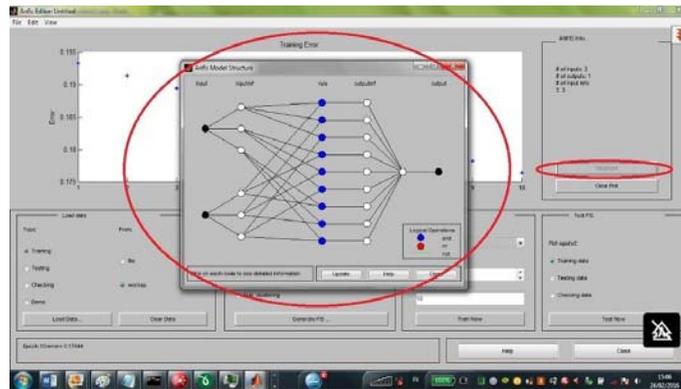
- c. Berikutnya kita akan membuat proses learning pada ANFIS. Kembali ke command window, ketik **anfisedit**. Lakukan training dengan perintah **train now** dan gunakan **epoch** secukupnya (dalam hal ini digunakan **epoch 10**). Perintah **anfisedit** seperti gambar berikut :



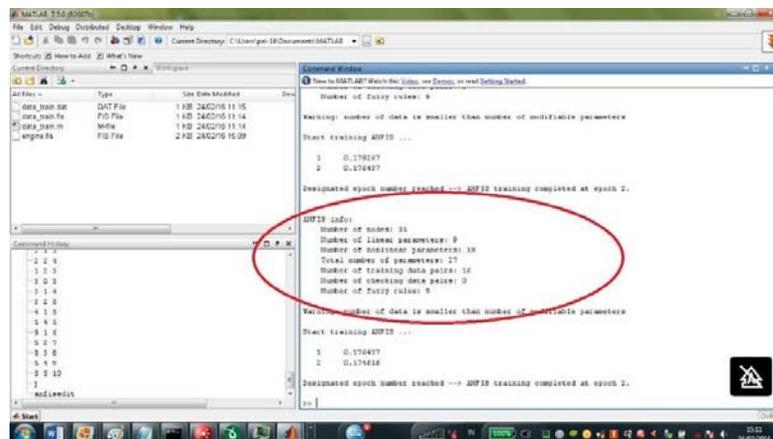
d. Hasil dari training data akan muncul gambar sebagai berikut :



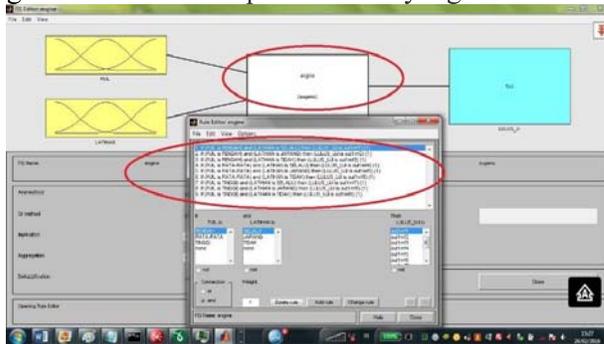
e. Langkah selanjutnya adalah membuat Fuzzy Inference System (FIS), pembuatan FIS digambarkan sebagai berikut :



f. Sampai saat ini perancangan basic engine ANFIS telah berhasil dibuat. Untuk menyimpan dapat kita lakukan dengan klik *file* → *export*. Ada dua pilihan yang tersedia, yaitu to *Workspace* dan to *File*. Dipilih to file agar tersimpan dalam bentuk file. Setelah di klik to file, diberi nama engine.fis. File fuzzy akan tersimpan dengan ekstensi .fis.

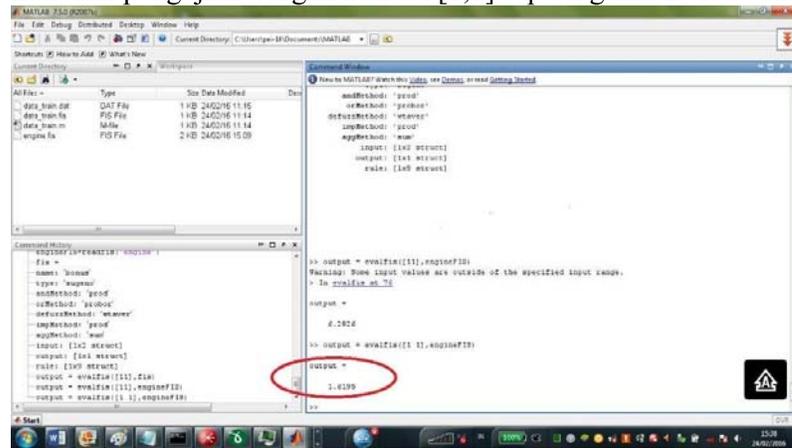


g. Membuat *rule* pada ANFIS yang telah buat seperti gambar berikut :

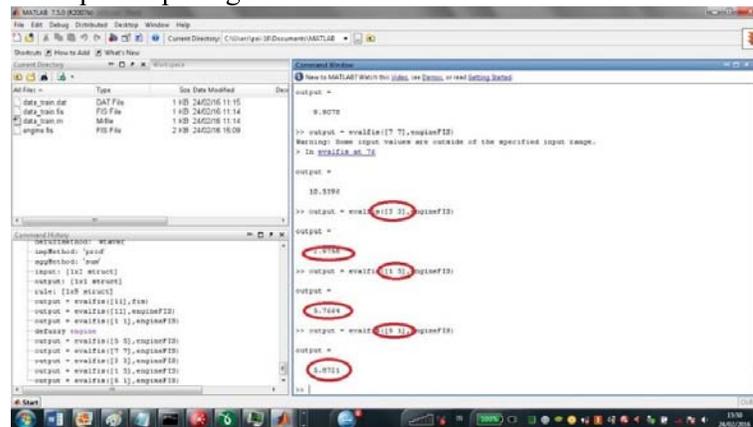


4. Pengujian dan Hasil

a. Lakukan pengujian dengan kondisi [1,1] seperti gambar dibawah ini:



b. Lakukan pengujian dengan beberapa kondisi yang berbeda, hasilnya ditampilkan pada gambar berikut :



Jika dilakukan defuzzifikasi terhadap nilai variabel output tersebut akan menghasilkan nilai yang sesuai dengan keadaan sebenarnya, misalnya

kondisi [1,1] yang berarti pemahaman terhadap PUIL rendah dan tidak pernah Latihan akan menghasilkan variabel output 1,6195 dengan hasil defuzzifikasi 3,2863 yang berarti rendah jika dibandingkan dengan 10 sebagai nilai maksimum.

Daftar Pustaka

- [1] Kusumadewi, S, & Hartati, S. (2006). Neuro-Fuzzy : Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2004, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan", hal.1
- [3] Kusumadewi, Sri. (2004). Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & EXCEL LINK, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Suyanto,ST,MSc., 2008, "Soft Computing: membangun mesin ber-IQ Tinggi",hal.2
- [5] Siang, Jong Jek. (2004). Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemogramannya dengan MATLAB, Yogyakarta: Andi.
- [6] Zadeh, Lotfi A., 2006, " soft computing",www.cs.berkeley.edu/~zadeh
- [7] Jang, J.S.R., Sun, C.T., dan Mizutani, E. (1997). NeuroFuzzy and Soft Computing, A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc