

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**



**PENDEKATAN NEURO FUZZY ANFIS UNTUK KLASIFIKASI
GANGGUAN DALAM PROTEKSI SALURAN TRANSMISI
MENGUNAKAN DATA RELAY JARAK**

SKRIPSI

**Disusun oleh :
CHANDRA IRAWAN
NIM : 96.12.157**



NOVEMBER 2006

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENDEKATAN NEURO FUZZYANFIS UNTUK KLASIFIKASI
GANGGUAN DALAM PROTEKSI SALURAN TRANSMISI
MENGUNAKAN DATA RELAY JARAK**

SKRIPSI

**Disusun dan Diajukan Untuk melengkapi dan Memenuhi Syarat
Guna mencapai Gelar Sarjana Teknik**

Disusun Oleh :

**CHANDRA IRAWAN
NIM : 96.12.157**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

**Menyetujui
Dosen Pembimbing**



(Ir. F. Yudi Limpraptono.MT)

Nip. Y. 10039500274

(Ir. I Made Wartana .MT)

Nip. 131991182

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puja-puji bagi Allah SWT, hanya atas izin-Nya skripsi ini dapat terselesaikan, meski jauh dari sempurna tapi penulis telah berusaha agar skripsi ini benar-benar sempurna, paling tidak untuk ukuran penulis sendiri. Karenanya segala kritik dan saran akan sangat membantu kesempurnaan skripsi ini, tentunya sangat penulis harapkan.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Energi Listrik, Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Banyak pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang rela meluangkan waktu dan tenaga, memberi bantuan, nasehat, bimbingan yang membuat penulis lebih bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini, karenanya penulis sangat berterima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro ITN Malang.
4. Bapak Ir. I Made Wartana, MT, selaku Dosen Pembimbing.
5. Dosen-dosen Elektro ST Institut Teknologi Nasional Malang
6. Rekan-rekan Elektro ST Institut Teknologi Nasional Malang.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermamfaat bagi semua pihak yang memerluikannya. Amien.

Malang, November 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	
ABSTAKSI	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAKSI	
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GRAFIK.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Kontribusi Penelitian.....	3
1.6. Metodeologi.....	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II JENIS GANGGUAN dan RELAY JARAK.....	6
2.1. Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2. Gangguan Hubung Singkat.....	7

	2.3. Relay Jarak.....	10
	2.4. Prinsip Kerja Rely Jarak.....	13
	2.5. Komponen Relay Jarak.....	14
BAB III	ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM.....	24
	3.1. Himpunan Fuzzy.....	24
	3.2. Terminologi dan Defenisi Dasar.....	25
	3.3. Teori Operasi-operasi Himpunan.....	32
	3.4. Fungsi Keanggotaan (MF) dan Parameterisasi.....	34
	3.5. Relasi Fuzzy.....	37
	3.6. Aturan Fuzzy Jika –Maka(If-Then Rules).....	38
	3.7. Penalaran Fuzzy.....	38
	3.8. Fuzzy Inference System(FIS).....	40
	3.9. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS).....	43
BAB IV	PENDETEKSIAN GANGGUAN	48
	4.1. Simulasi.....	48
	4.2. Data Sistem.....	48
	4.3. Pembentukan Parameter.....	49
	4.4. Diagram Alir.....	51
	4.5. Hasil Pengujian Simulasi.....	53
BABV	KESIMPULAN.....	59
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GRAFIK

Grafik :	Halaman
4-1 Pengujian Gangguan Satu Fasa ke Tanah.....	53
4-2 Pengujian Gangguan Antar Saluran.....	54
4-3 Pengujian Gangguan Dua Fasa ke Tanah.....	56
4-4 Pengujian Gangguan Tiga Fasa ke Tanah.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2-1 Gangguan Hubung singkat Satu Fasa ke Tanah.....	7
2-2 Gangguan Hubung singkat Antar Saluran.....	8
2-3 Gangguan Hubung Singkat Dua fasa ke Tanah.....	9
2-4 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa ke Tanah.....	9
2-5 Blok Diagram Relasy Jarak.....	11
2-6 Prinsip Kerja Relay Jarak.....	13
2-7 Skema Rele Impedansi.....	15
2-8 Karakteristik Rele Impedansi.....	17
2-9 Skema Rele Jarak Directional Impedansi.....	18
2-10 Skema Rele Jarak Reaktansi.....	21
2-11 Skema rele Jarak Admitansi.....	23
3-1 Himpunan Fuzzy.....	32
3-2 Tipe Fungsi Keanggotaan Nilai-nilai Linguistik.....	35
3-3 Penyangga Fuzzy.....	36
3-4 Konsep Keanggotaan A-B.....	37
3-5 Operasi-operasi pada Himpunan Fuzzy.....	38
3-6 Contoh Empat Jenis MF dan Parameterisasi.....	41
3-7 Model Fuzzy Mamdani.....	46
3-8 Model Fuzzy Sugeno.....	48
3-9 Arsitektur ANFIS.....	50

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tuntutan konsumen atas kontinuitas penyediaan listrik yang bermutu memacu orang-orang yang bergerak dibidang kelistrikan untuk mengembangkan metode yang dapat mendeteksi gangguan pada saluran transmisi. Diantara gangguan-gangguan tersebut adalah gangguan satu fasa ke tanah, gangguan dua fasa ke tanah, gangguan antar fasa dan gangguan tiga fasa ke tanah. Dengan begitu diharapkan keempat gangguan ini dapat dideteksi dari data *relay* jarak yang ada.[1]

Ada beragam cara yang bisa digunakan untuk mendeteksi gangguan, diantaranya adalah cara konvensional tanda peringatan di Gardu Induk ataupun menggunakan metode *Neuro Fuzzy* biasa. Cara konvensional memiliki kelemahan yaitu pendeteksian jenis gangguan yang masih dikerjakan secara manual, sedangkan metode *Neuro Fuzzy* biasa tidak dilengkapi dengan pendeteksian gangguan tiga fasa ke tanah. [5]

Untuk mengatasi kelemahan – kelemahan yang disebutkan di atas maka diperkenalkanlah metode *Neuro Fuzzy* tipe *ANFIS*, metode ini diproyeksikan dapat mengatasi masalah – masalah yang disebutkan di atas dengan menyediakan hasil pendeteksian jenis gangguan hubung singkat saluran transmisi dan juga menyediakan pendeteksian yang tidak disediakan metode *Neuro Fuzzy* biasa, yaitu pendeteksian jenis gangguan tiga fasa ke tanah.[1]

1.2. Rumusan Masalah

Dengan mengacu latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat timbul adalah:

Bagaimana *Neuro Fuzzy ANFIS* dapat mendeteksi gangguan satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah, gangguan antar saluran dan gangguan tiga fasa ke tanah dan apa kelebihan metode *Neuro Fuzzy ANFIS* ini dibandingkan pendeteksian menggunakan cara konvensional dan metode *Neuro Fuzzy*?

Sehubungan dengan masalah di atas, maka penyusun menentukan judul skripsi sebagai berikut:

“PENDEKATAN *NEURO FUZZY ANFIS* UNTUK KLASIFIKASI GANGGUAN DALAM PROTEKSI SALURAN TRANSMISI MENGGUNAKAN DATA *RELAY* JARAK”

1.3. Tujuan Penulisan

Membuat simulasi dengan pengaturan metode *Neuro Fuzzy ANFIS* yang akan dipakai untuk menganalisa terjadinya arus gangguan hubung singkat pada saluran transmisi sehingga dapat dideteksi jenis – jenis gangguan yang terjadi pada saluran transmisi GI Sengkaling – GI Kebon Agung.

1.4. Batasan Masalah

Untuk merealisasikan suatu simulasi penentuan jenis gangguan dengan menganalisis arus gangguan pada *relay* jarak dengan metode *Neuro Fuzzy ANFIS*

dan untuk menghindari pembahasan yang luas, maka diadakan pembatasan – pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Data yang diolah adalah data arus gangguan tiap fasa saluran transmisi.
2. Proses pembelajaran hanya pada satu saluran transmisi 150 KV GI Sengkaling – GI Kebon Agung
3. Proses pengujian dilaksanakan dari data transmisi yang dijadikan pembentukan parameter – parameter
4. Program yang digunakan adalah *MATLAB 6.51*

1.5. Kontribusi Penelitian

Diharapkan dengan penulisan skripsi ini dapat menjadi acuan bagi pihak – pihak yang membutuhkan , sehingga gangguan-gangguan hubung singkat pada saluran transmisi dapat dideteksi dari data-data *relay* jarak yang ada

1.6. Metodologi

Guna menganalisa skripsi ini, penulis menggunakan beberapa metode yang diharapkan sesuai untuk pemecahan masalah yang disebutkan dalam rumusan masalah seperti yang telah disebutkan di atas, yaitu :

- Studi kepustakaan, yaitu dengan cara membaca literatur yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini, seperti diktat kuliah, tulisan-tulisan serta sumber informasi yang berkaitan
-

dengan jenis gangguan hubung singkat pada saluran transmisi dengan memakai metode *fuzzy*.

- Studi lapangan, yaitu mencari dan mengumpulkan data yang berkaitan melalui PT. PLN (Persero) UBS P3B Region Jawa Timur.

1.7. Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun berdasarkan beberapa teori penunjang serta bagian – bagian dari simulasi klasifikasi gangguan, yaitu terdiri dari lima bab dan beberapa sub bab. Yang dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metodologi penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II : RELAY JARAK

Membahas tentang *relay* jarak, jenis – jenis rele jarak dan cara kerja, serta faktor – faktor yang mempengaruhi *relay* jarak.

BAB III : ADAPTIF NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM

Bab ini khusus membahas *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System*, yang akan dibahas adalah proses learning, proses mapping serta topologinya .

BAB IV : SIMULASI

Pada bab ini penulis akan mencoba mengimplementasikan *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System* didalam analisa tiga arus gangguan dengan simulasi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini akan disimpulkan oleh penulis dari apa yang telah dibahas sebelumnya dan saran untuk pengembangan selanjutnya.

BAB II

JENIS GANGGUAN dan RELAY JARAK

2.1. Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik

Hampir semua gangguan yang terjadi pada sistem daya listrik adalah gangguan tidak simetris dan gangguan simetris. Adanya gangguan akan sangat mempengaruhi pelayanan tenaga listrik ke konsumen dan bagi para pelanggan tenaga listrik, terputusnya penyediaan tenaga listrik tidak dikehendaki oleh siapapun, tapi hal ini tidak dapat dihindarkan, oleh sebab itu perlu didukung usaha untuk mengatasi adanya gangguan. Setiap kesalahan dalam setiap rangkaian yang menyebabkan gangguan arus listrik yang normal disebut gangguan.

Pada Saluran Transmisi yang bertegangan 150 KV sebagian besar gangguan yang terjadi adalah disebabkan oleh petir yang mengakibatkan terjadinya percikan bunga api (*flash over*) pada isolasi pada *isolator*. Pada saluran 150 KV gangguan yang sering terjadi adalah gangguan tidak simetris.

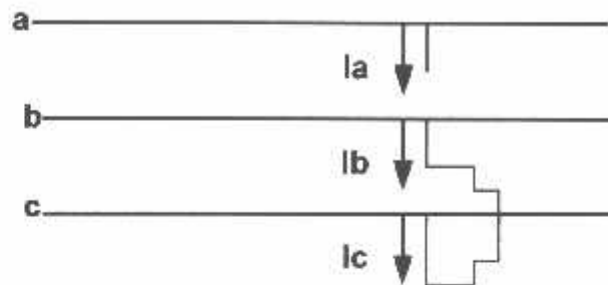
Gangguan-gangguan tidak simetris yang merupakan gangguan utama pada saluran transmisi terdiri dari :

1. Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah (SLG)
2. Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah (DLG)
3. Gangguan hubung singkat antar fasa (LL)

Sedangkan gangguan simetris yang terjadi pada saluran transmisi yaitu Gangguan tiga Fasa ke tanah (TLG)

2.2.2. Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa

Gangguan tunggal antar saluran



Gambar 2-2 Gangguan Antar Fasa

Maka rumusnya adalah :

$$Va_1 = Va_2$$

$$Ia_1 = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2} \quad (2.2)$$

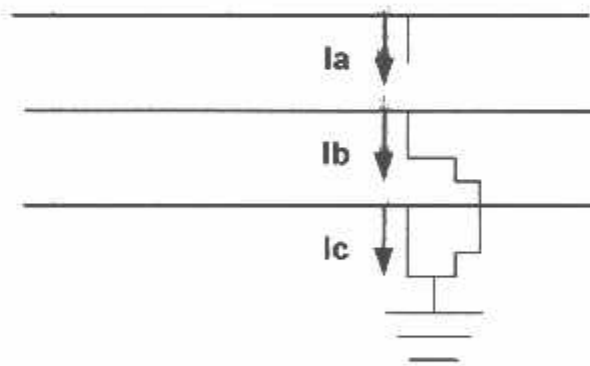
Keterangan :¹

Va = Tegangan pada fasa a (Volt)

Vb = Tegangan pada fasa b (Volt)

2.2.3. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah

Gangguan ganda dari saluran ke tanah



Gambar 2-3 Gangguan Dua Fasa ke Tanah

$$Ia_1 = \frac{Ea(Z_2 + Z_0)}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_2 Z_0} = \frac{Ea}{Z_{12} + Z_2 Z_0 (Z_2 + Z_0)}$$

$$I_{a2} = \frac{Ea - I_{a1}Z_1}{Z_2}$$

$$I_{a0} = \frac{Ea - I_{a1}Z_1}{Z_0} \quad (2.3)$$

Keterangan :

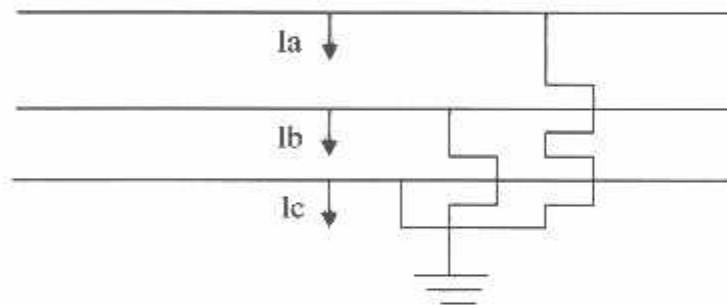
I_{a2} = Arus pada jala fasa 2 (Ampere)

I_{a0} = Arus pada jala fasa 0 (Ampere)

Ea = Tegangan urutan positif (Volt)

2.2.4. Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa ke Tanah

Gangguan tiga fasa ke tanah.



Gambar 2-4 Gangguan Tiga Fasa ke Tanah

Maka rumusnya adalah :

$$I_a + I_b + I_c = 0$$

(2.4)

$$V_a = V_b = V_c = 0$$

(2.5)

Keterangan :

V_c = Tegangan pada fasa c (Volt)

I_a = Arus pada fasa a (Ampere)

I_b = Arus pada fasa b (Ampere)

I_c = Arus pada fasa c (Ampere)

sehingga berdasarkan keadaan masukannya *relay* jarak dapat menghasilkan keluaran yang tepat.

Keluaran *relay* jarak yang perlu diperhatikan adalah masukan untuk kumparan pemutus rangkaian, oleh karena itu dengan kontak yang tertutup keadaan keluaran *relay* jarak disebut *trip* sedangkan saat terbuka dinamakan ditahan untuk *trip* (*block to trip*).

Untuk relay pengaman parameter – parameter yang harus dipenuhi agar peralatan rele pengaman itu bekerja dengan baik dan benar adalah :

a. Reaksi

Rele harus cepat bereaksi bila sistem mengalami gangguan. Kecepatan bereaksi rele dimulai saat rele mulai merasakan adanya gangguan sampai dengan pelaksanaan pelepasan *circuit breaker* (CB). Waktu bereaksi diusahakan secepat mungkin sehingga dapat dihindari kerusakan pada alat dan membatasi daerah gangguan. Mengingat sistem mempunyai batasan stabilitas serta kemungkinan gangguan bersifat sementara maka rele yang bereaksi dengan cepat perlu diperlambat (*time delay*) seperti ditunjukkan persamaan :

$$T_{op} = T_p + T_{cb}$$

dimana :

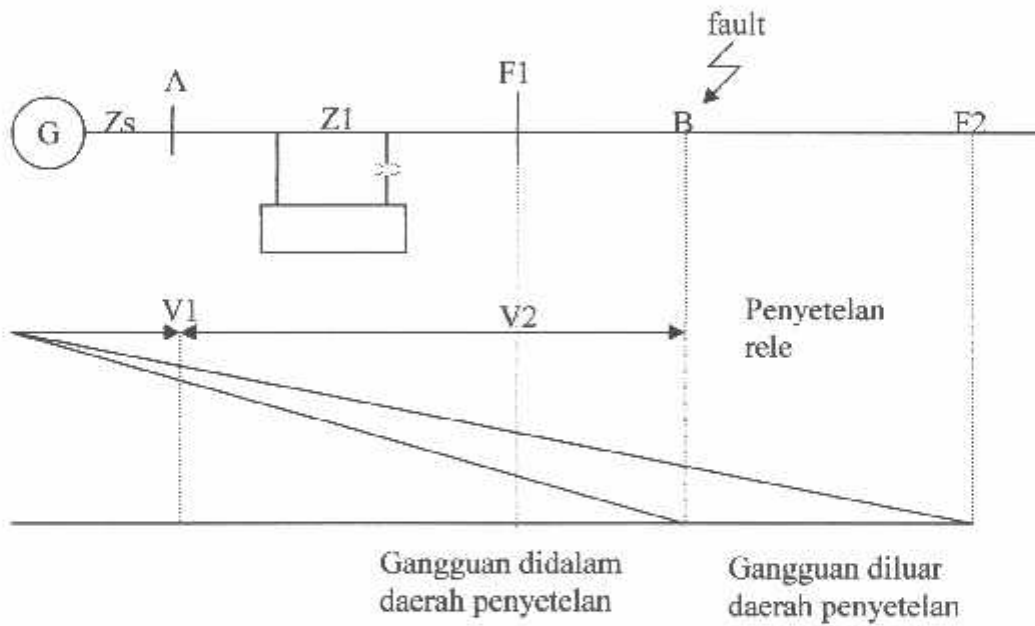
T_{op} = total waktu yang digunakan untuk memutus hubungan

T_p = waktu reaksi rele

T_{cb} = waktu yang digunakan untuk pelepasan CB

2.4 Prinsip Kerja Relay Jarak

Prinsip kerja *relay* jarak berdasarkan perbandingan besaran tegangan dan arus gangguan yang dirasakan rele terhadap tegangan rele terpasang. Dengan membandingkan kedua besaran tersebut, harga impedansi saluran transmisi dari lokasi rele sampai lokasi gangguan dapat diukur. Jika nilai perbandingan lebih kecil dari impedansi saluran yang diamankan maka rele bekerja dengan memberi sinyal untuk memutus CB.



Gambar 2-6 Prinsip Kerja Relay Jarak

Untuk gangguan distribusi B (batas pengaman), tegangan yang diukur distribusi A adalah :

$$V_f = I_f \times Z_1$$

Perbandingan antara tegangan dan arus di A adalah :

$$\frac{V_f}{I_f} = \frac{I_f \times Z_1}{I_f} = Z_1$$

untuk gangguan didalam daerah yang diamankan :

$$\frac{V_1}{I_{f1}} < Z_1 \text{ rele akan bekerja} \quad (2.6)$$

untuk gangguan diluar daerah yang diamankan :

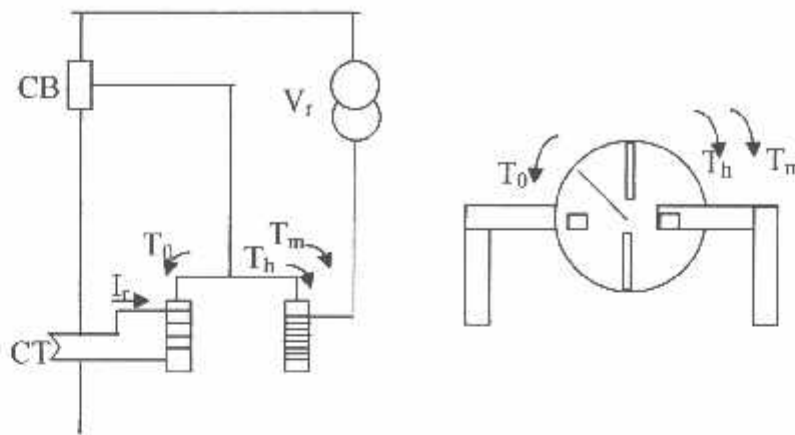
$$\frac{V_1}{I_{f1}} > Z_1 \text{ rele tidak bekerja} \quad (2.7)$$

2.3 Macam dan Karakteristik Relay Jarak

Dengan maksud – maksud tertentu agar diperoleh sistem koordinasi pengaman pada saluran transmisi yang diantaranya menggunakan selektifitas, maka dengan melakukan modifikasi pada *relay* jarak agar menjadi *relay* jarak yang bisa membedakan arah gangguan, sehingga diharapkan hanya beroperasi pada daerah yang diamankan. Adapun macam dan karakteristik dari *relay* jarak yang sampai sekarang ini masih digunakan adalah :

2.4.1 Offset Impedansi

Relay jarak ini mempunyai elemen arah, sehingga bila terjadi hubung singkat dibelakang maupun didepan lokasi rele, rele tetap bekerja. Rele ini mempunyai diagram lingkaran $R - X$ berpusat pada sumbu koordinat. Dengan modifikasi yaitu dengan penambahan impedansi bias Z_b pada rangkaian tegangan, rele hanya akan bekerja bila terjadi gangguan didepan daerah rele beroperasi.



Gambar 2-7 Skema Rele Impedansi

Rele ini bekerja bila dipenuhi persamaan sebagai berikut :

$$T_0 \geq T_h + T_m \quad (2.8)$$

Dimana :

$$T_0 = K_1 \circ I_r^2 \quad (\text{kopel arus})$$

$$T_h = K_2 \circ V_r^2 \quad (\text{kopel tegangan})$$

$$T_m = K_3 \quad (\text{kopel tegangan})$$

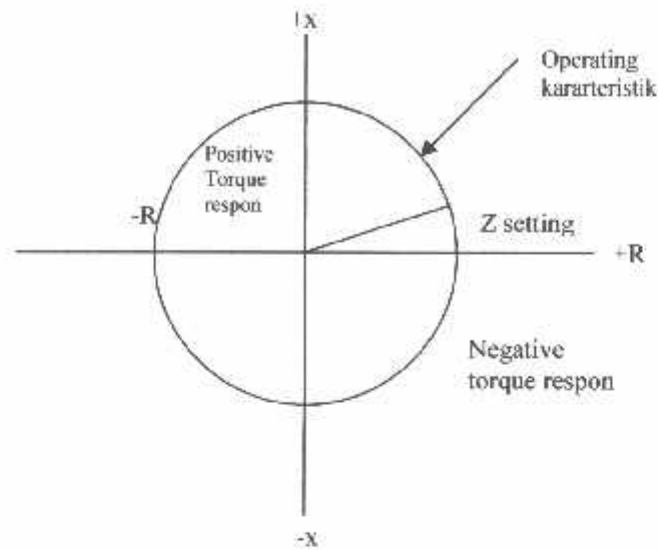
Pada gambar 2-7 kumparan W_0 yang dihubungkan dengan trafo arus akan menghasilkan kopel arus sedangkan trafo W_h yang dihubungkan dengan trafo tegangan akan menghasilkan kopel tegangan dan searah tegangan yang diberikan pegas. Dalam hal ini rele tidak akan bekerja tetapi bila ada arus gangguan, ketidakseimbangan kopel terjadi dan relay akan bekerja.

Dari persamaan 2.8 dengan penyelesaian matematis akan diperoleh hasil :

$$T_0 = T_h + T_m$$

$$K_1 \circ I_r^2 > K_2 \circ V_r^2 + K_3$$

$$V_r = \frac{k_1 I_r^2}{K_2} - \frac{k_3}{K_2}$$



Gambar 2-8 Karakteristik Rele Impedansi

Bila jenis ini pada rangkaian tegangannya ditambah impedansi bias Z_b , maka akan terjadi penambahan tegangan sebesar V_{zb} . Peralatan tambahan ini disebut *transaktor*, dimana belitan primernya dihubungkan dengan rangkaian arus sedangkan sekundernya dihubungkan dengan rangkaian tegangan.

2.5.2. Rele Directional Impedansi

Rele jenis ini mempunyai karakteristik daerah kerja yang mirip dengan rele impedansi. Bedanya terletak pada setengah lingkaran yang merupakan kopel positif (daerah kerja) sedangkan setengah yang lain adalah kopel negatif. Hal ini dikarenakan adanya penambahan elemen arah sehingga hanya daerah didepan rele yang direspon. Jadi rele akan bekerja jika muncul arah gangguan dari busbar menuju saluran transmisi.

φ = sudut fasa I_r dan V_r

σ – sudut torsi maks

Rele berarah ini akan bekerja pada torsi kerja maksimum bila $T = 0$

$$K_1 V_r I_r \cos(\varphi - \sigma) = 0 \text{ maka : } \cos(\varphi - \sigma) = 0$$

$$(\varphi - \sigma) = 90$$

$$\varphi = \sigma + 90$$

Jadi batasan sudut ini yang yang memisahkan setengah lingkaran torsi positif dengan setengah lainnya. Berdasarkan pada persamaan torsi rele, maka dapat digambarkan karakteristiknya pada bidang kompleks yang penyelesaiannya sebagai berikut :

$$K_2 I_r^2 - K_1 V_r I_r \cos(\varphi - \sigma) \quad (2.13)$$

$$V_r I_r \cos(\varphi - \sigma) = K I_r^2 \quad (2.14)$$

Bila dibagi I_r^2 , maka persamaann 2.13 menjadi :

$$\frac{v_r}{i_r} \cos(\varphi - \sigma) = K$$

$$Z_r \cos(\varphi - \sigma) = K \quad (2.15)$$

Dari persamaan 2.15 diperoleh karakteristik berupa diagram lingkaran yang berpusat pada sumbu koordinat seperti gambar 2.9

2.5.3 Rele Reaktansi

Rele ini mengukur besarnya reaktansi saluran dari lokasi rele ketitik gangguan, sehingga kesalahan operasi akibat tahanan busur atau tahanan

Persamaan torsi rele ini adalah :

$$T = K_2 I_r^2 - K_1 V_r I_r \cos (\varphi - \sigma) - K_3 \quad (2.16)$$

Dimana :

T = torsi kerja

K_3 = torsi pegas

Dengan elemen arah dibuat torsi negatif saat sudut $\sigma = -90^\circ$, jadi pada saat sudut $\sigma = 90^\circ$ torsi yang dihasilkan adalah torsi positif :

$$\begin{aligned} \cos (\varphi - \sigma) &= \cos (\varphi - 90^\circ) \\ &= \sin \varphi \end{aligned}$$

kemudian rele bekerja bila $T = 0$

$$K_2 I_r^2 = K_1 V_r I_r \cos (\varphi - \sigma) + K_3 \quad (2.17)$$

Bila dibagi dengan $K_2 I_r^2$, maka persamaan 2.17 menjadi :

$$\begin{aligned} \frac{K_1}{K_2} &= \frac{V_r}{I_r} \sin \varphi + \frac{K_3}{I_r^2 K_2} \\ \frac{V_r}{I_r} \sin \varphi &= \frac{K_1}{K_2} - \frac{K_3}{I_r^2 K_2} \end{aligned}$$

Karena harga I_r besar sekali, maka $\frac{K_3}{I_r^2 K_2}$ dapat diabaikan sehingga persamaan 2.17 menjadi :

$$\begin{aligned} \frac{V_r}{I_r} \sin \varphi &= \frac{K_1}{K_2} \\ X &\leq \frac{K_1}{K_2} \quad (\text{reaktansi}) \end{aligned} \quad (2.18)$$

Pada gambar 2-10 ditunjukkan skema dan karakteristik rele reaktansi

keanggotaan untuk tiap unsur x dalam X , kita dapat mewakili himpunan klasik A dengan sepasang urutan himpunan $(x,0)$ untuk $x \notin A$ dan $(x,1)$ untuk $x \in A$.

Tidak seperti himpunan klasik, dalam himpunan *fuzzy* tiap anggota diberi derajat keanggotaan yang nilainya antara 0 dan 1, derajat keanggotaan ini ditentukan oleh fungsi keanggotaannya.

Defenisi 3.1 himpunan *fuzzy* dan fungsi keanggotaannya.

Jika X adalah suatu kumpulan unsur-unsur yang umumnya ditunjukkan dengan x , maka himpunan *fuzzy* A dalam X didefenisikan sebagai pasangan himpunan.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

Dimana $\mu_A(x)$ disebut fungsi keanggotaan selanjutnya disingkat dengan MF (membership function) untuk himpunan *fuzzy* A . MF memetakan tiap unsur X ke dalam nilai keanggotaan antara 0 dan 1.

Hal ini jelas bahwa defenisi himpunan *fuzzy* adalah pengembangan sederhana dari himpunan klasik yang fungsi keanggotaan diijinkan untuk mempunyai nilai berapa saja antara 0 dan 1. jika nilai fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ dibatasi hanya 0 dan 1, maka A direduksi menjadi himpunan klasik dan $\mu_A(x)$ adalah fungsi dari A .

Biasanya X disebut sebagai semesta pembicaraan, atau hanya semesta dan itu dapat terdiri dari ruang diskrit atau kontinyu. Hal ini dapat dijelaskan pada contoh berikut ini.

Himpunan *fuzzy* dengan semesta kontinyu, misalkan $X = R^+$ adalah usia yang mungkin untuk manusia. Maka himpunan *fuzzy* $B = \text{"sekitar 50 tahun"}$ dapat diekspresikan sebagai berikut :

$$\text{Dimana, } B = \{(x, \mu_B(x)) | x \in X\} \quad (3.7)$$

$$\mu_B = \frac{1}{1 + \{(x - 50)/10\}^4} \quad (3.8)$$

$$\text{atau, } B = \int_{R^+} \frac{1}{1 + \{(x - 50)/50\}^4} \quad (3.9)$$

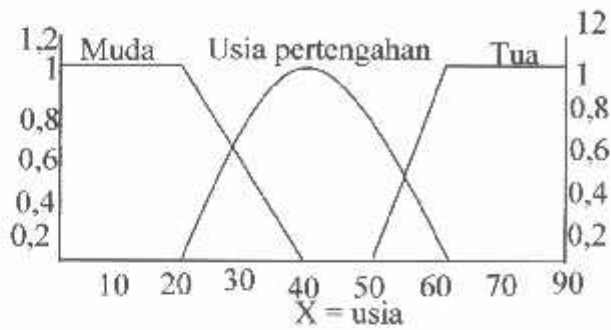
ini dapat diilustrasikan pada gambar 3.1(b).

Dari contoh – contoh yang telah diberikan , jelas bahwa konstruksi himpunan *fuzzy* tergantung pada dua hal yaitu : identifikasi semesta pembicaraan yang cocok dan spesifikasi semesta pembicaraan yang tepat. Spesifikasi fungsi keanggotaan adalah subjektif, yang berarti fungsi keanggotaan yang dispesifikasikan oleh konsep yang sama oleh tiap – tiap orang dapat berbeda – beda. Kesubjektifan ini berasal dari perbedaan individu yang merasakan atau mengekspresikan konsep yang abstrak dan hanya sedikit yang dilakukan dengan keacakan. Jadi kesubjektifan dan ketidakacakan himpunan *fuzzy* adalah himpunan *fuzzy* adalah perbedaan utama dari teori himpunan *fuzzy* dan teori kemungkinan yang berhubungan perelakuan objektif fenomena acak.

Untuk memudahkan penulisan, akan dikenalkan cara lain menunjukkan suatu himpunan *fuzzy* yaitu :

$$A = \sum_{x \in X} \mu_A(x_i) / x_i, \text{ jika } x \text{ adalah suatu kumpulan unsur diskrit} \quad (3.10)$$

$$A = \int \mu_A(x) / x, \text{ jika } x \text{ adalh ruang kontinyu (deretan real } R) \quad (3.11)$$



Gambar 3-2 Tipe fungsi keanggotaan nilai – nilai linguistik

Definisi 3.2 Penyangga

Penyangga himpunan *fuzzy* A adalah himpunan seluruh titik x dalam X dimana $\mu_A(x) > 0$:

$$\text{Penyangga (A)} = \{x | \mu_A(x) > 0\} \quad (3.12)$$

Defenisi 3.3 Inti

Inti himpunan *fuzzy* (A) adalah himpunan seluruh titik x dalam X dimana $\mu_A(x) = 1$:

$$\text{Inti (A)} = \{x | \mu_A(x) = 1\} \quad (3.13)$$

Defenisi 3.4 Normalitas

Suatu himpunan *fuzzy* A dikatakan normal jika intinya tidak kosong. Dengan kata lain kita selalu dapat menemukan suatu titik dimana $x \in X$ dimana $\mu_A(x) = 1$

Defenisi 3.5 Titik Crossover

Titik crossover dari suatu himpunan *fuzzy* adalah satu titik dimana $\mu_A(x) = 0,5$:

$$\text{Crossover (A)} = \{x | \mu_A(x) = 0,5\} \quad (3.13)$$

Defenisi 3.9 Gabungan

Gabungan dari dua himpunan *fuzzy* A dan B adalah himpunan *fuzzy* C, dituliskan sebagai $C = A \cup B$ atau $C = A \text{ and } B$, dimana fungsi keanggotaannya :

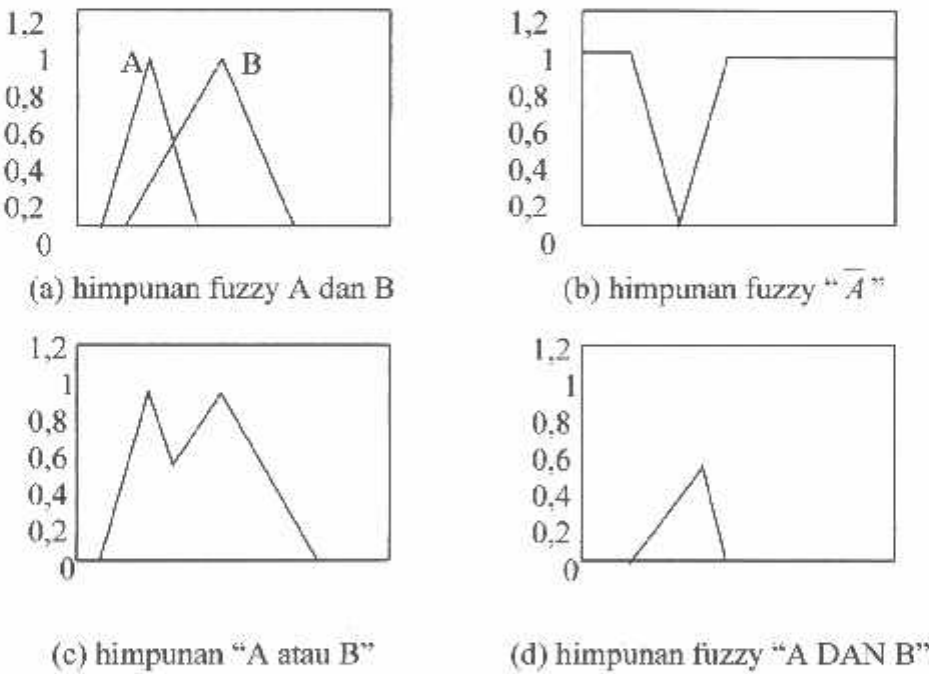
$$\mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \tag{3.19}$$

Defenisi 3.10 Komplemen (negasi)

Komplemen himpunan *fuzzy* A, ditunjukkan oleh $A^c(A)$, didefenisikan sebagai :

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x) \tag{3.20}$$

Gambar 3-5 mendemonstrasikan tiga operasi dasar dimana gambar 3-5(a) menggambarkan dua himpunan *fuzzy* A dan B, gambar 3-5(b) adalah gabungan A dan B, dan gambar 3-5(c) adalah irisan A dan B.



Gambar 3-5 Operasi-operasi pada himpunan fuzzy
(a) Dua himpunan fuzzy A dan B
(b) A^c
(c) $A \cup B$
(d) $A \cap B$

Defenisi 3.14 MF *trapezoidal*

MF *trapezoidal* dispesialisasikan oleh empat parameter $\{a,b,c,d\}$ sebagai berikut :

$$\text{Trapezoidal}(x;a,b,c,d)=\begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & -a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & -c \leq x \leq d \\ 0 & d \leq x \end{cases} \quad (3.24)$$

Defenisi 3.15 MF *Gaussian*

MF *gaussian* dispesialisasikan oleh dua parameter (c, σ) sebagai berikut :

$$\text{Gaussian}(x;c,\sigma) = e^{-1/2((x-c)/\sigma)^2} \quad (3.25)$$

MF *Gaussian* hanya ditentukan oleh c dan σ , c menentukan pusat MF dan σ menentukan lebar.

Defenisi 3.16 MF *Generalized Bell*

MF *generalized bell* atau biasa disebut bell dispelisasikan oleh tiga parameter $\{a,b,c\}$ sebagai berikut :

$$\text{Bell}(x;a,b,c)=\frac{1}{1+\left|\frac{x-c}{a}\right|^b} \quad (3.26)$$

Parameter b biasanya positif, jika b negatif bentuk MF akan terbalik, a adalah lebar, c adalah pusat, dan $-(b/2a)$ adalah kemiringan.

$$\frac{\partial y}{\partial \sigma} = \frac{(x-c)^2}{\sigma^3} y \quad (3.30)$$

$$\frac{\partial y}{\partial c} = \frac{x-c}{\sigma} y \quad (3.31)$$

Pada persamaan-persamaan diatas, turunan disusun untuk memasukkan y supaya menghemat perhitungan. Untuk MF *generalized bell* :

$$Y = Bell(x;a,b,c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (3.32)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \begin{cases} \frac{-2b}{x-c} y(1-y) \\ 0, \end{cases} \quad \text{jika } x \neq c \text{ dan jika } x = 0 \quad (3.33)$$

$$\frac{\partial y}{\partial a} = \frac{2b}{a} y(1-y) \quad (3.34)$$

$$\frac{\partial y}{\partial c} = \begin{cases} -2 \ln \frac{x-c}{a} y(1-y) \\ 0 \end{cases} \quad \text{jika } x \neq c \text{ dan jika } x = c \quad (3.35)$$

$$\frac{\partial y}{\partial c} = \begin{cases} \frac{2b}{x-c} y(1-y) \\ 0 \end{cases} \quad \text{jika } x \neq c \text{ dan jika } x = c \quad (3.36)$$

Persamaan-persamaan ini nantinya akan digunakan dalam aturan berantai pada pembelajaran dengan menggunakan sistem *backpropagation* atau *hybrid*.

3.5. Relasi Fuzzy

Misalkan R_1 dan R_2 adalah dua relasi *fuzzy* yang didefenisikan pada $X \times Y$ dan $Y \times Z$. maka komposisi maksimum-minimum dari R_1 dan R_2 sebagai suatu himpunan *fuzzy* adalah :

3.8. Fuzzy Inference System (FIS)

Fuzzy inferensi sistem adalah suatu sistem kerangka kerja perhitungan populer yang didasarkan pada konsep teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy if-then* (jika-maka), dan penalaran *fuzzy*. Dibawah ini akan dijelaskan secara singkat dua tipe fuzzy inferensi sistem yaitu *fuzzy mamdani* dan model *sugeno*.

3.8.1. Model Fuzzy Mamdani

Model *fuzzy mamdani* merupakan sistem kontrol pertama kali dibuat dengan menggunakan teori himpunan *fuzzy*. Hal ini dikemukakan pada tahun 1975 oleh *Ebrahim Mamdani* sebagai usaha untuk mengontrol sebuah kombinasi mesin uap dan ketel dengan sejumlah aturan linguistik kontrol yang diperoleh dari operator manusia yang berpengalaman. Usaha mamdani ini didasarkan oleh nasakah *Lofii Zadeh* 1973 tentang algoritma *fuzzy* untuk sistem kompleks dan proses keputusan. Misalkan kita memiliki dua aturan *fuzzy* kontrol sebagai berikut :

$R^1 = \text{jika } x \text{ adalah } A_1 \text{ dan } y \text{ adalah } B_1, \text{ maka } z \text{ adalah } C_1$

$R^2 = \text{jika } x \text{ adalah } A_2 \text{ dan } y \text{ adalah } B_2, \text{ maka } z \text{ adalah } C_2$

Jika tembakan α_1 dan α_2 dari aturan pertama dan kedua dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\alpha_1 = \mu_{A1}(x_0) \wedge \mu_{B1}(y_0) \text{ dan } \alpha_2 = \mu_{A2}(x_0) \wedge \mu_{B2}(y_0) \quad (3.41)$$

Dimana $\mu_{A1}(x_0)$ dan $\mu_{B1}(y_0)$ menunjukkan derajat keanggotaan data yang masuk. Pada model fuzzy mamdani ini aturan *fuzzy* kontrol ke-1 yang menuju ke keputusan kontrol adalah :

$$R^1 = \text{jika } x \text{ adalah } A_1 \text{ dan } y \text{ adalah } B_1, \text{ maka } z = f(x,y)$$

$$R^2 = \text{jika } x \text{ adalah } A_2 \text{ dan } y \text{ adalah } B_2, \text{ maka } z = f(x,y)$$

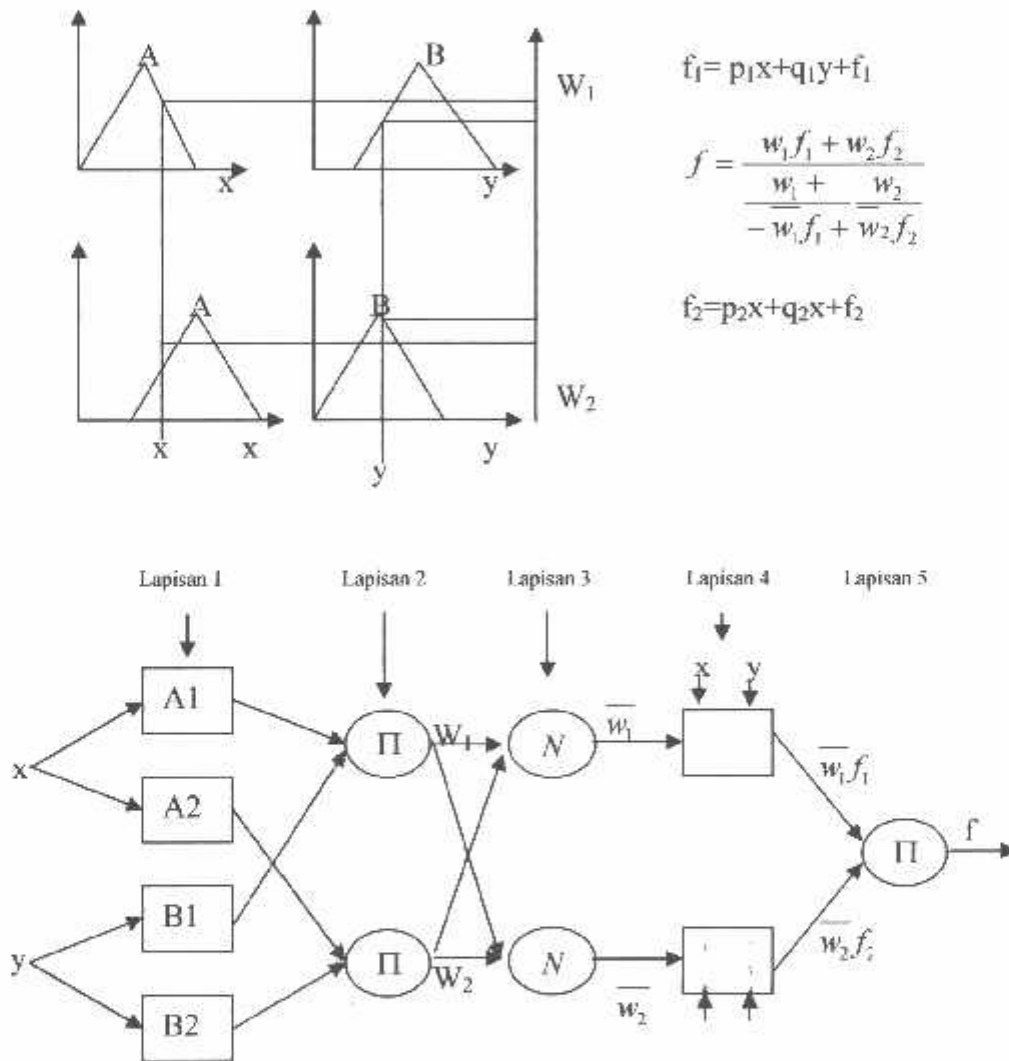
Dimana A dan B adalah himpunan *fuzzy* yang disebut *antesedent*, sedangkan $z=f(x,y)$ adalah fungsi yang disebut konsekuensi. Biasanya $f(x,y)$ adalah polinomial dengan masukan variabel x dan y , tetapi inmi dapat menjadi fungsi selama dapat menggambarkan model keluaran dalam daerah *fuzzy* yang telah dispesialisasikan oleh aturan *antesedent*. Jika $f(x,y)$ adalah polinomial orde pertama, maka *fuzzy inferensi* sistem ini disebut model *fuzzy sugeno* orde pertama, model *fuzzy* inilah yang asali dikemukakan pada makalah sugeno pada tahun 1985 dan 1988. jika f adalah suatu konstanta, maka disebut model *fuzzy sugeno* orde nol, yang dapat dilihat sebagai kasus dalam *fuzzy inferensi* sistem model mamdani. Proses model *fuzzy sugeno* ini dapat diilustrasikan pada gambar 3-9.

Defuzzifikasi model *sugeno* ini adalah :

$$Z^* = \frac{\alpha_1 f_1(x,y) + \alpha_2 f_2(x,y)}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

forward. Metode pembelajaran yang terkenal untuk ANFIS ini ada dua yaitu metode *backpropagation* dan metode pembelajaran *hybrid*.

3.9.1. Arsitektur ANFIS



Gambar 3-9 Fuzzy Sugeno

- (a) Dua masukan model fuzzy sugeno orde pertama dengan dua aturan
- (b) Ekvivalen arsitektur ANFIS

Dimana $\{a, b, c\}$ adalah himpunan parameter, karena nilai dari parameter-parameter ini berubah, maka bentuk fungsi bell ini disebut sebagai parameter premise.

Lapisan 2 : Setirp simpul pada lapisan ini adalah simpul tetap yang diberi tanda Π , dimana keluarannya memiliki persamaan sebagai berikut :

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x)\mu_{B_i}(x), \quad i = 1,2 \quad (3.47)$$

Tiap keluaran simpul mewakili kekuatan tembakan (*firing strength*) dari suatu aturan. Secara umum, biasanya operator yang dapat dipakai adalah operator fuzzy DAN (AND) sebagai simpul pada lapisan ini

Lapisan 3 : Setiap simpul i pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan suatu fungsi simpul.

$$O_{3,i} = \overline{w}_i = \frac{w_i}{w_i + w_i}, \quad i = 1,2 \quad (3.48)$$

Untuk memudahkan, lapisan ini disebut kekuatan tembakan normalisasi (*normalized firing strength*).

Lapisan 4 : Setiap simpul i pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan suatu fungsi simpul.

$$O_{4,i} = \overline{w}_i f_i = w_i(p_i x + q_i y + r_i) \quad (3.49)$$

Dimana $\overline{w}_i$ adalah kekuatan tembakan normal dari lapisan 3 dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ adalah himpunan parameter simpul ini. Parameter-parameter simpul ini disebut parameter konsekuen.

Lapisan 5 : Simpul tunggal pada lapisan ini adalah simpul tetap yang diberi tanda Σ , yang menghitung seluruh kekuatan.

parameter yang terbentuk setelah proses pembelajaran. Arus akan dikelompokkan menurut jenis parameter yang ada. Untuk parameter 1, arus akan dikelompokkan menjadi $W1$, untuk parameter 2 arus akan dikelompokkan menjadi $W2$, begitu seterusnya. Proses 1, W_i akan dikalikan nilai f_i dan dijumlahkan semua menjadi $\sum W_i f_i$. Proses kedua, W_i dijumlahkan semua menjadi $\sum W_i$. Diakhiri proses

(defuzzifikasi) $\frac{\sum W_i f_i}{\sum W_i}$ sehingga akan keluar nilai f_i . Nilai fungsi f_i didefinisikan

sebagai berikut :

$$F(\text{SLG}) = 0,25$$

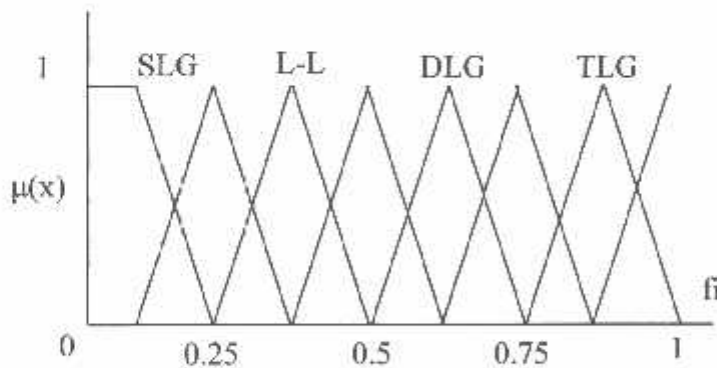
$$F(\text{L-L}) = 0,5$$

$$F(\text{DLG}) = 0,75$$

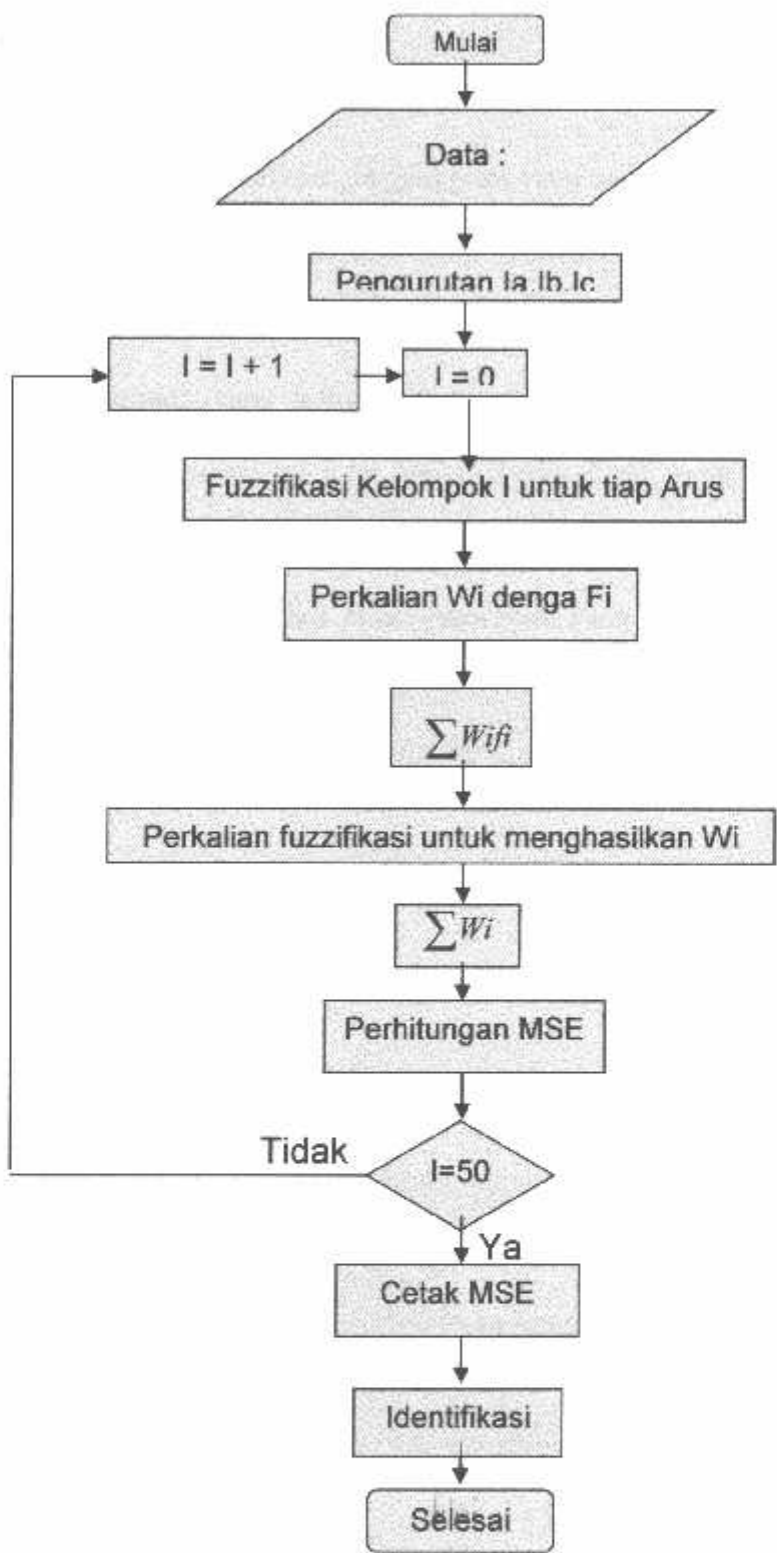
$$F(\text{TLG}) = 1$$

Nilai f ini akan diproses dengan perbandingan *mean square error*, dimana error terkecil akan menunjukkan jenis gangguan.

Dimana tiap jenis gangguan mempunyai range nilai f sebagai berikut:



Gambar 4-1 Pendefenisian Nilai Fungsi Keanggotaan



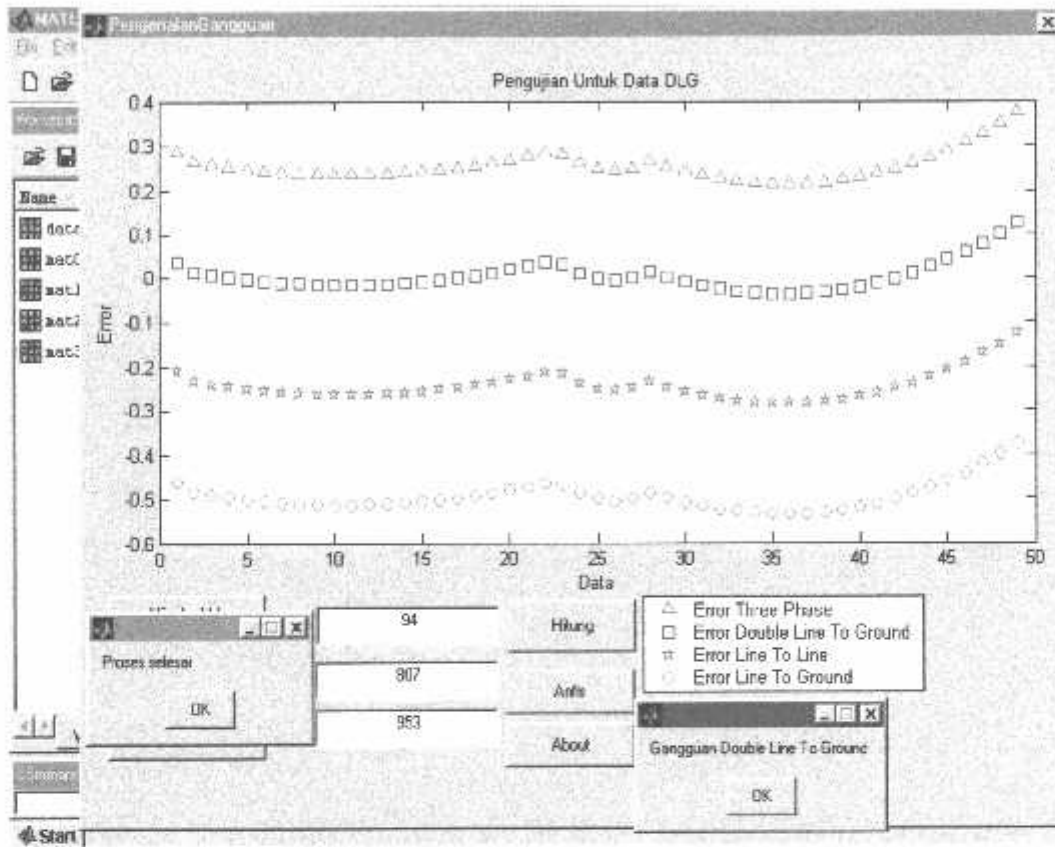
Gambar 4-1 Diagram Alir

Dapat dilihat bahwa nilai *mean square error* gangguan antar saluran mempunyai nilai yang paling kecil. Dalam hal ini menunjukkan bahwa pendeteksian tipe gangguan untuk antar saluran mencapai keberhasilan seperti yang kita harapkan.

4.5.3 Pengujian pada Gangguan Dua Fasa Ke Tanah

Pada pengujian ini, diinputkan data gangguan yang terdapat pada Tabel 4-1 untuk mengalami proses-proses seperti yang disebutkan dalam algoritma program. Setelah mengalami proses-proses tersebut diharapkan kita dapat mengetahui jenis gangguan yang terjadi dengan cara membandingkan *Mean Square Error*, dimana dalam hal ini nilai *Mean Square Error* yang terkecil yang akan menunjukkan jenis gangguan yang terjadi

Grafik 4-3 Pengujian Gangguan Dua Fasa ke Tanah



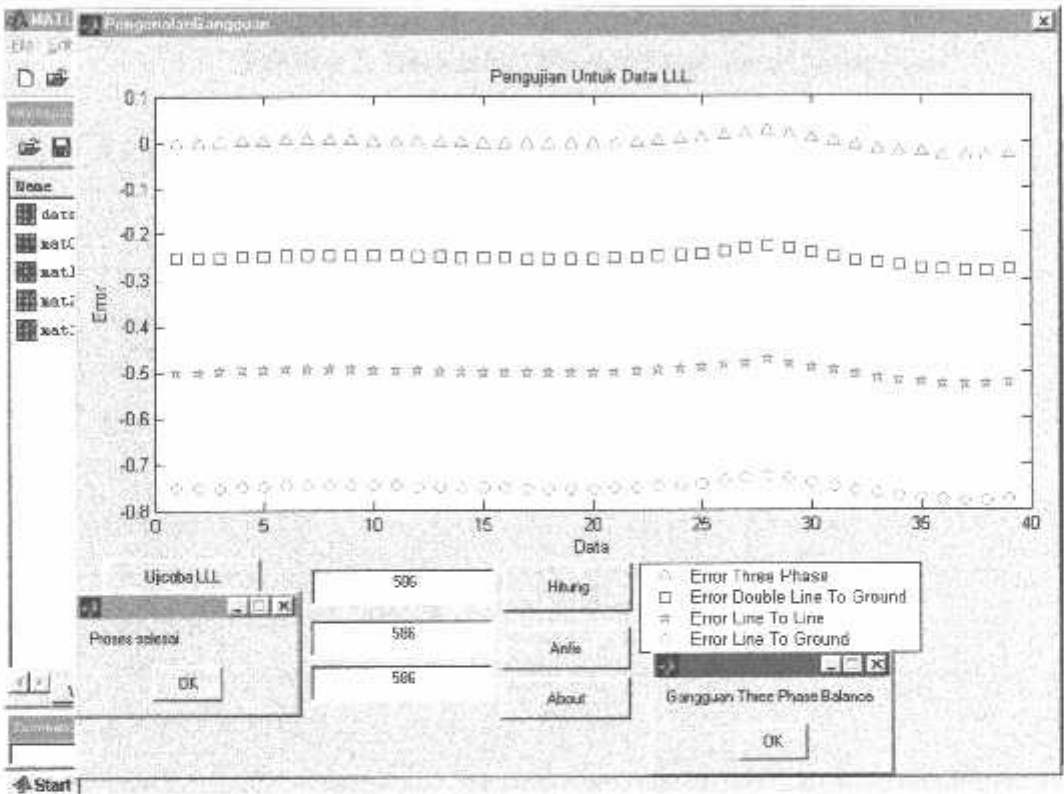
Dapat dilihat bahwa nilai *mean square error* gangguan dua fasa ke tanah mempunyai nilai yang paling kecil. Dimana dalam hal ini menunjukkan bahwa pendeteksian gangguan dua fasa ke tanah menunjukkan hasil seperti yang kita harapkan.

4.5.4 Pengujian pada Three Phase Balance Fault

Pada pengujian ini, diinputkan data gangguan yang terdapat pada Tabel 4-1 untuk mengalami proses-proses seperti yang disebutkan dalam algoritma program. Setelah mengalami proses-proses tersebut diharapkan kita dapat mengetahui jenis gangguan yang terjadi dengan cara membandingkan *Mean*

Square Error, dimana dalam hal ini nilai *Mean Square Error* yang terkecil yang akan menunjukkan jenis gangguan yang terjadi

Grafik 4-4 Pengujian Gangguan Tiga Fasa ke Tanah



Dapat dilihat bahwa nilai mean square error gangguan tiga fasa ke tanah mempunyai nilai yang paling kecil. dimana dalam hal ini menunjukkan bahwa pendeteksian gangguan tiga fasa ke tanah menunjukkan hasil yang seperti kita harapkan.

LAPORAN GANGGUAN
PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV DI SENGKALING

BULAN : DESMBER 2004

NO	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id (A)	Arus Fasa R Ir (A)	Arus Fasa S Is (A)	Arus Fasa T It (A)	Arus Fasa N In (A)
1.	14 Desember 2004	02.56	866,025	492	97	92	36
2.	22 Desember 2004	16.21	866,025	571	97	93	38
3.	27 Desember 2004	08.20	866,025	97	259	188	14

Malang, Januari 2005
Manager,

SUPRIJADI SUKARSAN

LAPORAN GANGGUAN
PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV DI SENGKALING

BULAN : OKTOBER 2004

NO	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id (A)	Arus Fasa R Ir (A)	Arus Fasa S Is (A)	Arus Fasa T It (A)	Arus Fasa N In (A)
1.	6 Oktober 2004	10.27	866.025	94	807	953	54
2.	9 Oktober 2004	15.22	866.025	97	470	394	19
3.	12 Oktober 2004	23.42	866.025	694	97	93	13
4	26 Oktober 2005	02.37	866.025	586	586	586	0
5	29 Oktober 2004	03.05	866.025	97	609	530	22

Malang, 02 November 2004
Manager,

SUPRIJADI SUKARSAN

LAWANG 1

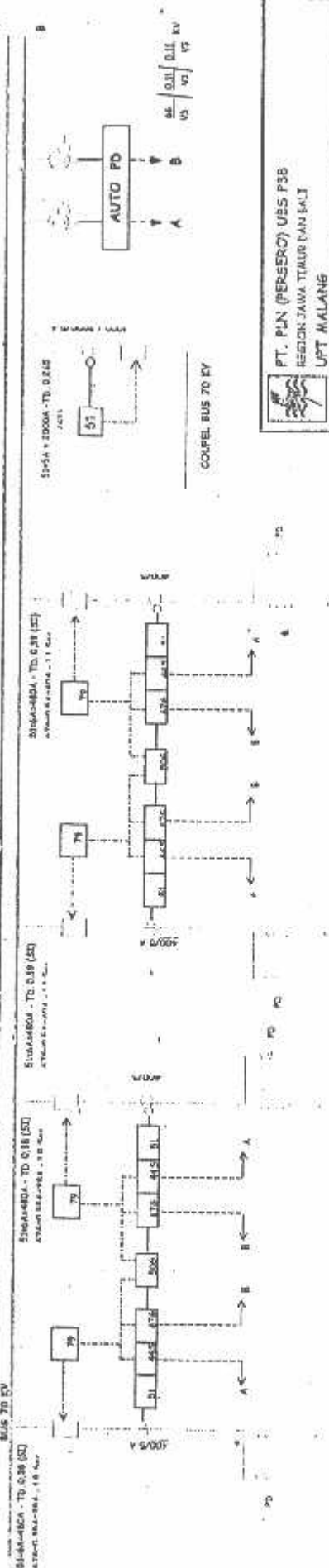
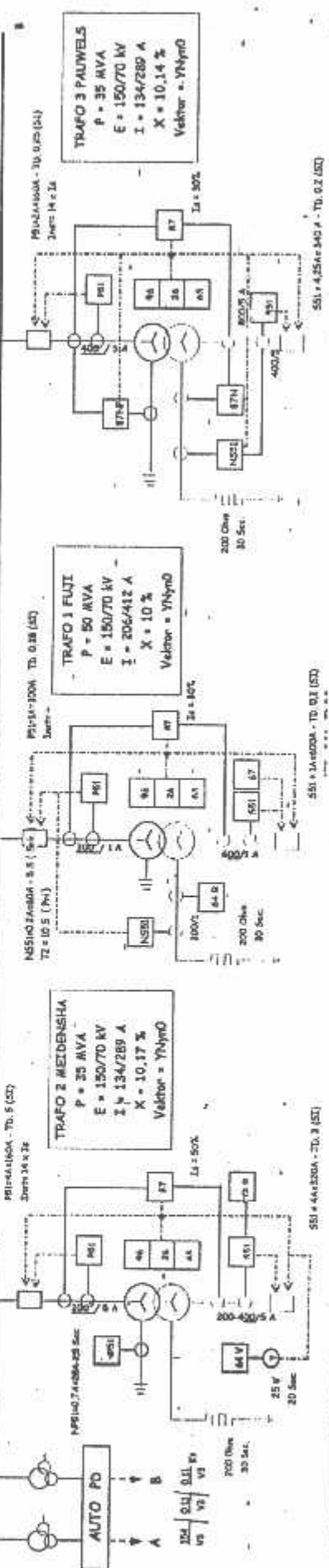
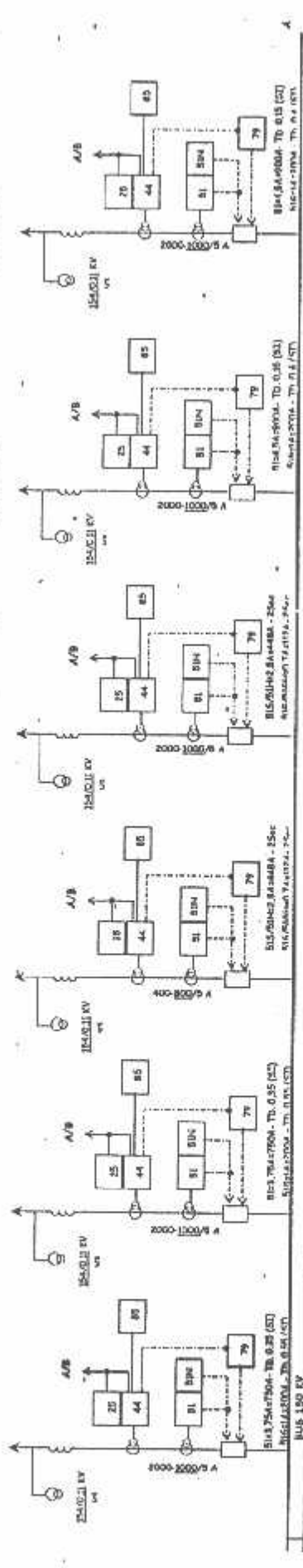
LAWANG 2

SUTANI 1

SUTANI 2

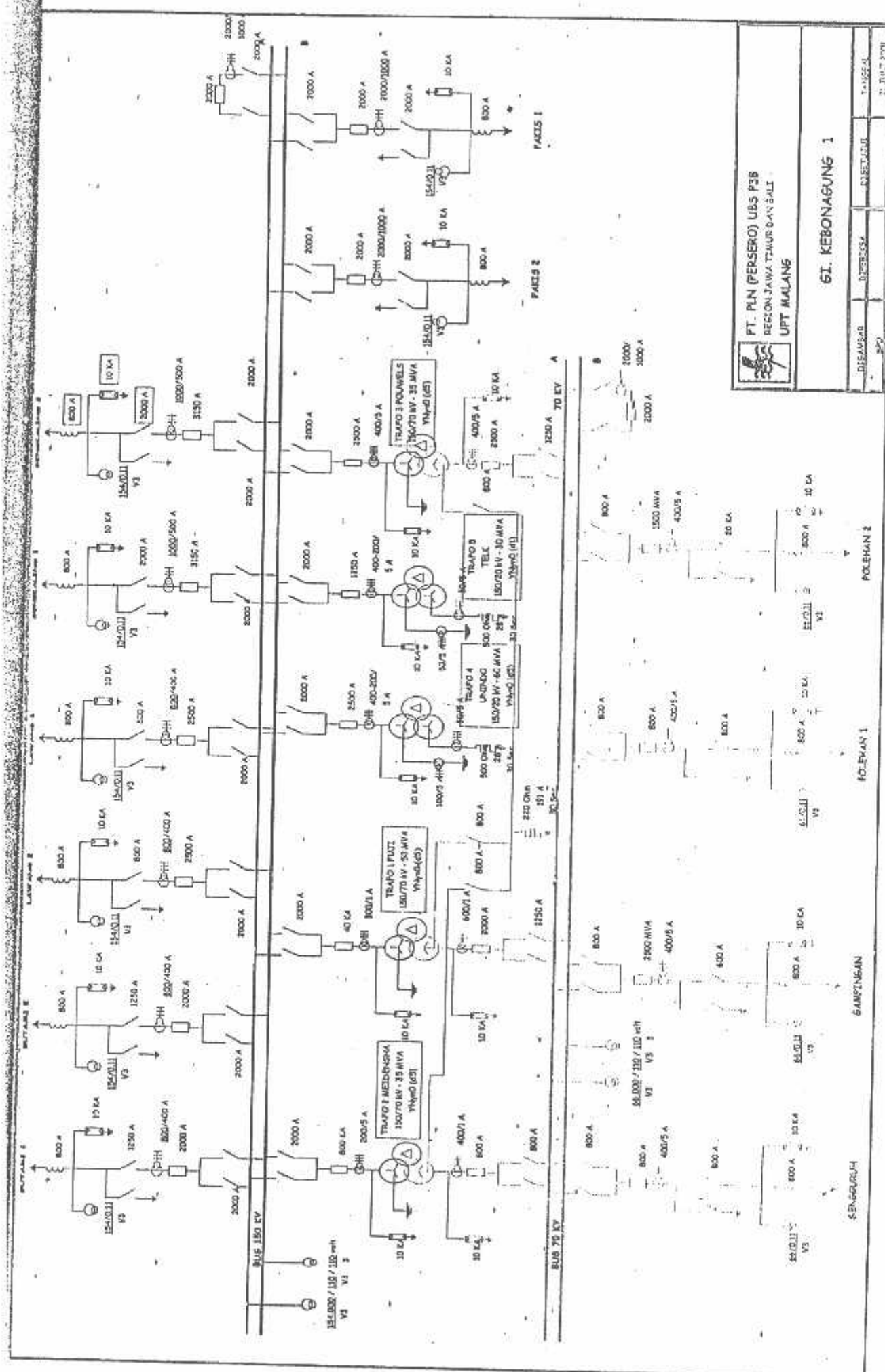
SENGALING 1

SENGALING 2



PT. PLN (PERSERO) UBS P38	
REGION JAWA TIMUR (MAN BAK)	
UPT MALANG	
SISTEM PROTEKSI 1	
GIL. KEBONAGUNG	
DISAINIR	REVISI
UPT MALANG	UPT MALANG
27 JULI 2021	27 JULI 2021





PT. PLN (PERSERO) UBS P3B REGION JAWA TIMUR DAN BALI UPT MALANG			
61. KEBONAGUNG 1		DISAMBAH 10/05/2011	DITETAPKAN 10/05/2011

BUS 150 KV

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)
12 Sec

TRAFO 4 UNINDO
P = 60 MVA
E = 150/20 KV
I = 230.9/1732 A
X = 12.39 %
Vektor = YNynd

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

PHI=3.6A1286A - Td. 0.25 (s2)

NS51 = 1 A = 10A - 8 Sec (T1)

12 Sec

BUS 20 KV

SI = 4 A - Td. 0.1

KOPE

1000 - 2500 VA

KOPE KE CIRCLE GOLD STAR TRF. V

1200 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

BUS 20 KV INQUE

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

BUS 20 KV MEIDENSKA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

ALARM

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

400 VA

22000 / 110 / 110 VOLT
V3 V1 V3

22000 / 110 / 110 VOLT
V3 V1 V3

PT. PLN (PERSERO) UBS P38
RESDON JAWA TIMUR DAN BALI
UPT MALANG

SISTEM PROTEKSI 2
GT. KEBONAGUNG

DISAIN	OPERASI	DISTRIBUSI	TANGGAL
UPT MALANG			27 Juli 2021



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 23 September 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh

Nama : CHANDRA IRAWAN

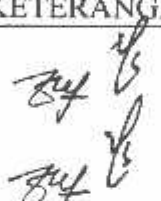
NIM : 96.12.157

JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO S-1

Judul Skripsi :

PENDEKATAN NEURO FUZZY ANFIS UNTUK KLASIFIKASI GANGGUAN DALAM PROTEKSI SALURAN TRANSMISI MENGUNAKAN DATA RELAY JARAK

Perbaikan meliputi :

NO	MATERI	KETERANGAN
1	Abstraksi	
2	Batasan masalah	
3	Penulisan gambar, tabel dan grafik	
4	Flowchart	
5	Kesimpulan	

Disetujui/Diperiksa


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Dosen Penguji Pertama


Irrine Budi S.ST, MT
Dosen Penguji Kedua

Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing


Ir I Made Wartana, MT



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : CHANDRA IRAWAN

NIM : 96.12.157

Jurusan : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Judul Skripsi :

**PENDEKATAN NEURO FUZZY ANFIS UNTUK KLASIFIKASI
GANGGUAN DALAM SALURAN TRANSMISI
MENGUNAKAN DATA RELAY JARAK**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Hari : Sabtu

Tanggal : 23 September 2006

Dengan Nilai : 73,7 (B+)

Panitia Ujian Skripsi



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekretaris

Anggota Penguji



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Penguji Pertama



Irrine Budi S, ST. MT
Penguji Kedua



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : CHANDRA IRAWAN
NIM : 9612157
Perbaikan meliputi :

Batasan masalah :

- Tegangan saluran transmisi yang digunakan.
- Case study (data lapangan) yang digunakan.

Kesimpulan :

- yang disimpulkan hanya yang ada relevansinya dan korelasinya.

Malang, 23-09-2006



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA

N I M

Perbaikan meliputi

Candora

- *abstrak*
- *penulisan gbr, tabel, grafik*
- *keseluruhan*

Malang,

(if)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : CHANDRA IRAWAN
Nim : 96.12.157
Masa Bimbingan : 23 MEI 2006 s/d 23 NOVEMBER 2006

Judul Skripsi : PENDEKATAN NEURO FUZZY ANFIS UNTUK
KLASIFIKASI GANGGUAN DALAM PROTEKSI
SALURAN TRANSMISI MENGGUNAKAN DATA
RELAY JARAK.

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 2006
Dosen Pembimbing

Ir. I Made Wartana, MT