

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**



**PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE PENDEKATAN FUZZY-NEURO
PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV
SUB-SISTEM KEBONAGUNG**

SKRIPSI

**Disusun Oleh :
MEGA DHAHANA
NIM. 00.12.151**



MARET 2006

LEMBAR PERSETUJUAN

PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGUNAKAN METODE PENDEKATAN FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB-SISTEM KEBONGUNG

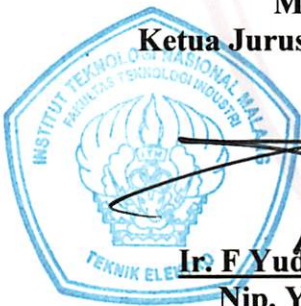
SKRIPSI

Disusun Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :
MEGA DHAHANA
NIM. 00.12.151

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. F Yudi Limpraptono, MT
Nip. Y. 103 9500 274

Ir. Choirul Saleh, MT
Nip. Y. 101 880.0190

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang mana atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya maka skripsi ini dapat selesai dengan baik dan lancar. Tak lupa kami ucapkan sholawat serta salam kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW, karena atas jasa dan pengorbanan beliau kita umat manusia bisa terbebas dari jaman kegelapan menuju jaman yang terang benderang .

Terima kasih yang sebesar-besarnya kuucapkan untuk Bapakku Djoeni .Widhajoko dan Ibuku Zubaida. Karena atas segala usaha dan jerih payahmulah aku bisa menyelesaikan kuliahku. Doamu senantiasa menguatkan hatiku dari semua cobaan dan selalu menyertai sepanjang jalanku dan terima kasih juga buat kakak-kakakku, atas semua dukungan dan kasih sayang untukku yang selama ini jadi pelita hatiku. Buat bapak Ir. Choirul Saleh,MT atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama ini, untuk La mia ragazza terima kasih kasih atas sayang dan spiritmu yang selalu memberiku semangat, buat keempat tanteku terima kasih tuk kiriman doanya buat mantanku thank's banget atas semangat yang kau berikan sesaat sebelum ku hadapi ujian kompre ku, untuk my best friend ku Aris atas gan moril buatku selama ini kamu memang temanku yang paling Ok, buat crew bayee2 ojo dolan wae kuliah seng sregep leh... kowe dikirim mreng gak gawe mangan lan turu thok, buat arek2 Puskopat suwon yo atas pinjaman PC mu yang bandeel banget karena tanpa PC mu mungkin pengerjaan skripsiku

akan tersendat-sendat, buat Otnasil krempeng mana keren , To Arfian ojo ndang-dhutan wae, untuk Pentunk ojo Pe Es an terus saaken ibukmu yen nelpon kos awakmu gak tau ono, bagi Garnies adoh-adoh tekan Madiun mreng kowe iku kuliah ojo dodolan jajan wae, buat Pepsie ojek nge-ces terus lan suwon polll untuk pinjaman motormu. Buat arek2 lantai sidji Iwak UB club (Kitieng, Vicky lan Ipoel) kapan kowe lulus & untuk Dompu kuliah seng sregep yo.

Terima kasih juga aku ucapkan buat teman-teman sesama bimbingan Pak Yusuf, untuk Bang Tajus terima kasih untuk persahabatan kita selama ini semoga persahabatan ini senantiasa abadi, buat Surya Gundul trim's ya atas tebengannya selama bolak-balik ke Sawojajar, Lek Sun ndang cepet digarap skripsine, Ryo "sang juara" ojo turu thok cak kuliah seng rajin, Rully kulo aturaken matur nuwun sanget kangge selangan printernipun, Sonny matur suwun atas saran rumusnya, Tommy ayo coy dibuat proposalnya end cepet lulus, buat anak-anak bola 00 seng tetap kompak ya prend. Untuk arek2 kontrakan Puskopad (Abas, Budi, Pak Eko "tukang", Kaktoos, Paito, ja'I, mas Jayeng, Johan, Lukman Hakim, Sastro "Bathox", Cak Ben) suwon buat dukungannya, juga buat Desta "Gondesh" dan R. Agung "Cuweek" terima kasih atas sarannya. Dan terima kasih juga buat semua anak Teknik Elektro Energi Listrik S-1 2000 yang tidak mungkin bisa aku sebutin satu persatu atas persahabatannya selama kita kuliah di ITN tercinta.

ABSTRAKSI

PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGUNAKAN METODE PENDEKATAN FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB-SISTEM KEBONGUNG

(Mega Dhahana, 00.12.151, Teknik Elektro/T. Energi Listrik)
(Dosen Pembimbing : Ir. Choirul Saleh, MT)

Kata Kunci : Jenis Gangguan, Pendekatan metode *fuzzy-neuro*.

Perlindungan saluran transmisi mempunyai peranan penting dalam perlindungan sistem daya listrik, karena saluran transmisi merupakan elemen penting suatu jala-jala yang menghubungkan stasiun pembangkit dengan pusat-pusat beban. Karena panjangnya jarak yang harus direntangi oleh saluran transmisi, maka saluran transmisi sangat rentan terhadap gangguan yang terjadi dalam sistem daya listrik. Salah satu gangguan yang terjadi adalah gangguan hubungan singkat, baik hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat fasa ke tanah.

Pada proses untuk menentukan jenis gangguan (*line to ground, line to line involving ground, line to line without involving ground*) yang terjadi pada saluran dengan menganalisa komponen-komponen simetris arus-arus gangguan, semua keadaan yang diproses tidak memiliki suatu model matematis yang sederhana dan jelas, sehingga salah satu yang lebih mudah untuk mengidentifikasinya adalah dengan pendekatan *fuzzy-neuro*. Metode pendekatan ini akan membuat permasalahan-permasalahan menjadi sekumpulan aturan yang sederhana dan jumlah fungsi-fungsi keanggotaanya menjadi lebih sederhana pula.

Untuk menentukan *type* gangguan, maka dibuat sebuah program komputer dengan bantuan MATLAB 7 dengan tool box ANFIS, dimana telah dicapai nilai hasil 1 yang dikategorikan untuk *type* gangguan dua fasa ke tanah (LLG), nilai hasil 2 yang dikategorikan untuk *type* gangguan satu fasa ke tanah (LG) dan hasil 3 yang dikategorikan untuk *type* gangguan antar fasa .

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT karena hanya dengan lindungan, rahmat dan karuniaNya-lah penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini, sebagai syarat untuk melengkapi dan memenuhi syarat mencapai gelar sarjana.

Skripsi yang berjudul “PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGGUAKAN METODE PENDEKATAN FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB-SISTEM KEBONGUNG”

Skripsi ini tersusun juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Bapak DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. I Made Wartana, MT selaku Pembantu Dekan 1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
6. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan lahir maupun batin kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT karena hanya dengan lindungan, rahmat dan karuniaNya-lah penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai syarat untuk melengkapi dan memenuhi syarat mencapai gelar sarjana.

Skripsi yang berjudul "PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PENDEKATAN FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB-SISTEM KEBONGING"

Skripsi ini disusun juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Bapak DR. Ir. Abubakar Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. I Made Wastana, MT selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. E. Yudi Iriyaputera, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik 2-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
6. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan lahir maupun batin kepada penulis.

Akhirnya, sebagai puncak dari tujuan penulisan skripsi ini adalah semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Maret 2006

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGHANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Pembahasan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Gangguan Pada Saluran Transmisi	6
2.2 Komponen-Komponen Simetris	7
2.2.1 Sintesis Fasor Tak Simetris Dari Komponen-Komponen Simetris	7
2.2.2 Komponen-Komponen Simetris Fasor Tak Simetris	10
2.3 Gangguan Hubung Singkat	12
2.3.1 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah	12
2.3.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa Ke Tanah	14
2.3.3 Gangguan Hubung Singkat Fasa Ke Fasa	16
2.4 Neural Network	17
2.4.1 Teori Jringan Syaraf Tiruan	17
2.4.2 Backpropagation	18

3.4.5 Backpropagation	18
3.4.1 Teori Jaringan Syaraf Tiruan	12
3.4 Jenis-jenis Network	12
3.3.3 Kemampuan Himpung Simbolik Fasa Ke Fasa	10
3.3.2 Kemampuan Himpung Simbolik Dua Fasa Ke Tiga	14
3.3.1 Kemampuan Himpung Simbolik Satu Fasa Ke Dua	15
3.3 Kemampuan Himpung Simbolik	13
3.3.2 Komponen-komponen Sementis Fasal Tak Sementis	10
Sementis	3
3.3.1 Sementis Fasal Tak Sementis Dan Komponen-komponen	
3.3 Komponen-komponen Sementis	3
3.1 Kemampuan Pada Sistem Transmisi	0

BAB II DASAR TEORI

1.0 Sistematisasi Penulisan	4
1.2 Metode Penulisan	4
1.4 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan Pembahasan	3
1.5 Perumusan Masalah	3
1.1 Latar Belakang	1

BAB I PENDAHULUAN

DALAM LAMBEK	2
DALAM SAMBUNG	12
DALAM ISI	vi
KATA PENGANTAR	14
ABSTRAKSI	iii
REVISI PENGESAHAN	ii
INDICE	i

DALAM ISI

2.4.3 Penentuan Algoritma Backpropagation	18
2.5 Himpunan Fuzzy	19
2.5.1 Fuzzifikasi	20
2.5.2 Basis Pengetahuan	21
2.5.3 Basis Aturan	22
2.5.4 Defuzzifikasi	23
2.6 Fuzzy Neural Network	23

**BAB III ANALISA PENENTUAN GNGGUAN DENGAN METODE
FUZZY-NEURO**

3.1 Pemrosesan dan Penentun Kompoen-Komponen Simetis Dari Saluran Tenga Listrik	25
3.2 Skema Kontol	28
3.3 Percoban dan Pengujian Modul Rangkain	29
3.3.1 Percobaan	29
3.3.2 Pengujian	29
3.3.3 Percobaan dan Pengujian modul Fase 1	29
3.3.4 Percobaan dan Pengujian modul Fase 2	30

**BAB IV HASIL PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE FUZZY-NEURO PADA SALURAN
TRANSMISI 150 kV SUB-SISTEM KEBONAGUNG**

4.1 Program Komputer Menggunakan Metoda Fuzzy-Neuro.....	31
4.1.1 Algoritma Program.....	31
4.1.2 Algoritma Fuzzy-Neuro	32
4.1.3 Flowchart Program.....	33
4.2 Data Survey arus fasa Ir,Is,It dan In pada saluran transmisi 150 kV Sub- Sistem Kebongung	34
4.3 Prosedur Pelaksanaan Perhitungan	35

2.4.3	Peraturan Algoritma Backpropagation	18
2.5	Himpunan Fuzzy	19
2.5.1	Fuzzifikasi	20
2.5.2	Basis Pengaturan	21
2.5.3	Basis Aturan	22
2.5.4	Defuzzifikasi	23
2.6	Fuzzy Neural Network	23

BAB III ANALISA PENENTUAN GANGGUAN DENGAN METODE FUZZY-NEURO

3.1	Pemrosesan dan Perintah Komponen-Komponen Simetris Dari Saluran Tenaga Listrik	25
3.2	Skema Kontrol	28
3.3	Percobaan dan Pengujian Modul Rangkaian	29
3.3.1	Percobaan	29
3.3.2	Pengujian	29
3.3.3	Percobaan dan Pengujian modul Fase 1	29
3.3.4	Percobaan dan Pengujian modul Fase 2	30

BAB IV HASIL PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB-SISTEM KEBONACUNG

4.1	Program Komputer Menggunakan Metode Fuzzy-Neuro	31
4.1.1	Algoritma Program	31
4.1.2	Algoritma Fuzzy-Neuro	32
4.1.3	Flowchart Program	33
4.2	Data Survey area hasil dan in pada saluran transmisi 150 KV Sub-Sistem Kebonacung	34
4.3	Prosedur Pelaksanaan Perhitungan	35

BAB V PENTUP

5.1 Kesimpulan46
5.2 Saran46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
2.1	Kompnen urutan positif, negatif dan nol..... 9
2.2	Fasor yang melukiskan berbagai pangkat dari a 10
2.3	Hubung singkat satu fasa ke tanah 12
2.4	Hubung singkat dua fasa ke tanah 14
2.5	Hubung singkat fasa ke fasa 16
2.6	Arsitektur Fuzzy –Neural Network 24
3.1	Skema Sistem Penentuan Jenis Gangguan 28
4.1	Menu Utama Program 35
4.2	Tampilan Menu File 35
4.3	Tampilan Program 36
4.4	Tampilan Program 36
4.5	Tampilan Hasil Program 37
4.6	Menu Utama Program..... 38
4.7	Tampilan Menu file 38
4.8	Tampilan Program..... 39
4.9	Tampilan Program 39
4.10	Tampilan Hasil Program 40
4.11	Tampilan Rule ANFIS 40
4.12	Tampilan Rule Editor ANFIS 41
4.13	Tampilan Stuktur ANFIS 41
4.14	Tampilan Data Inputan NP..... 42
4.15	Tampilan Data Inputan ZP 42
4.16	Tampilan Data Inputan PC..... 43
4.17	Tampilan Data Output..... 43
4.18	Tampilan Hasil Program 44

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN	GAMBAR
9	2.1 Komposisi urutan positif, negatif dan nol.....
10	2.2 Fazor yang melukiskan berbagai pangkat dari a.....
12	2.3 Hubungan singkalan satu fasa ke tanah.....
14	2.4 Hubungan singkalan dua fasa ke tanah.....
16	2.5 Hubungan singkalan fasa ke fasa.....
24	2.6 Arsitektur Fuzzy-Neural Network.....
28	3.1 Skema Sistem Penentuan Jenis Gangguan.....
32	4.1 Menu Utama Program.....
32	4.2 Tampilan Menu File.....
36	4.3 Tampilan Program.....
36	4.4 Tampilan Program.....
37	4.5 Tampilan Hasil Program.....
38	4.6 Menu Utama Program.....
38	4.7 Tampilan Menu file.....
39	4.8 Tampilan Program.....
39	4.9 Tampilan Program.....
40	4.10 Tampilan Hasil Program.....
40	4.11 Tampilan Rule ANFIS.....
41	4.12 Tampilan Rule Editor ANFIS.....
41	4.13 Tampilan Struktur ANFIS.....
42	4.14 Tampilan Data Inputan NP.....
42	4.15 Tampilan Data Inputan NP.....
43	4.16 Tampilan Data Inputan PC.....
43	4.17 Tampilan Data Output.....
44	4.18 Tampilan Hasil Program.....

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
4-1 Data Frekuensi Arus Gangguan Saluran Transmisi 150kV Sub-Sistem Kebongung	34
4-2 Hasil Perhitungan Program Komputer	37
4-3 Hasil Perhitungan Dengaan Menggunakan Metode Fuzzy-Neuro	44
4-4 Hasil Perbandingan Data Survey Dengan Metode Fuzzy-Neuro	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perlindungan saluran transmisi mempunyai peranan penting dalam perlindungan sistem daya listrik, karena saluran transmisi merupakan elemen penting dan merupakan suatu jala-jala yang menghubungkan stasiun pembangkit dengan pusat-pusat beban. Karena panjangnya jarak yang harus direntangi oleh saluran transmisi, maka saluran transmisi sangat rentan terhadap gangguan yang terjadi dalam sistem daya listrik. Salah satu gangguan yang terjadi adalah gangguan hubungan singkat, baik hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat fasa ke tanah. Bila gangguan hubung singkat tersebut dibiarkan berlangsung cukup lama, maka hal ini akan banyak berpengaruh terhadap sistem antara lain, rusaknya peralatan yang berada didekat gangguan karena arus yang besar, arus yang tak seimbang, serta turunnya tegangan yang diakibatkan oleh hubung singkat.

Gangguan pada saluran transmisi antara GI Kebonagung dengan GI Sengkaling sering terjadi hubungan singkat, diantaranya satu fasa ketanah (*line to ground*), saluran dua fasa ketanah (*double line to ground*), saluran tiga fasa ketanah (*three line to ground*) atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground (*line to line*). Pada proses untuk menentukan sifat kesalahan (*line to ground, line to line involving ground, line to line without involving ground*) yang terjadi pada saluran dengan menganalisa komponen-komponen simetris arus-arus gangguan, sehingga salah satu yang lebih mudah untuk mengidentifikasinya

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perencanaan saluran transmisi mempunyai peranan penting dalam perancangan sistem daya listrik karena saluran transmisi merupakan elemen penting dan merupakan suatu jala-jala yang menghubungkan stasiun pembangkit dengan pusat-pusat beban. Karena panjangnya jarak yang harus direncanakan oleh saluran transmisi, maka saluran transmisi sangat rentan terhadap gangguan yang terjadi dalam sistem daya listrik. Salah satu gangguan yang terjadi adalah gangguan hubungan singkat, baik hubungan singkat antar fasa maupun hubungan singkat fasa ke tanah. Bila gangguan hubungan singkat tersebut dibetulkan berlangsung cukup lama, maka hal ini akan banyak berpengaruh terhadap sistem tenaga lain, termasuk peralatan yang berada di dekat gangguan karena arus yang besar yang tak seimbang, serta turunya tegangan yang diakibatkan oleh hubungan singkat.

Gangguan pada saluran transmisi antara GI Kebonagung dengan GI Seungkaling sering terjadi hubungan singkat diantaranya satu fasa ketanah (line to ground), saluran dua fasa ketanah (double line to ground), saluran tiga fasa ketanah (three line to ground) atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground (line to line). Pada proses untuk menentukan sifat kesalahan (line to ground, line to line involving ground, line to line without involving ground) yang terjadi pada saluran dengan menganalisa komponen-komponen simetris arus-arus gangguan, sehingga salah satu yang lebih mudah untuk mengidentifikasinya

adalah dengan pendekatan metode *fuzzy neuro*. Metode pendekatan ini akan membuat permasalahan-permasalahan menjadi sekumpulan aturan yang sederhana dan jumlah fungsi-fungsi keanggotaanya menjadi lebih sederhana pula.

Oleh sebab itu akan diteliti apakah pendekatan dengan metode *fuzzy-neuro* dengan bahasa program METLAB versi 7 dapat menentukan jenis gangguan yang terjadi antara GI Kebonagung dengan GI Sengkaling dan dapat memberihasil yang sesuai dengan kenyataan.

1.2. Perumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang masalah, maka maksud dari skripsi ini adalah bagaimana cara menentukan *type* gangguan yang terjadi, apakah gangguan saluran satu fasa ketanah (*line to ground*), saluran dua fasa ketanah (*double line to ground*), saluran tiga fasa ketanah (*three line to ground*) atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground (*line to line*) dengan bantuan *fuzzy-neuro* serta sumber data pada saluran transmisi 150 kV sub-istem Kebonagung. Sehubungan dengan permasalahan diatas, maka penyusun menentukan judul skripsi sebagai berikut: **“PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PENDEKATAN FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB-SISTEM KEBONAGUNG”**

adalah dengan pendekatan metode fuzzy neuro. Metode pendekatan ini akan membuat permasalahan-pemmasalahan menjadi sekumpulan aturan yang sederhana dan jumlah fungsi-fungsi keanggotanya menjadi lebih sederhana pula.

Oleh sebab itu akan diteliti apakah pendekatan dengan metode fuzzy-neuro dengan bahasa program MELAB versi 7 dapat menentukan jenis gangguan yang terjadi antara GI Kebonagung dengan GI Senkalang dan dapat memberikan hasil yang sesuai dengan kenyataan.

1.2. Perumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang masalah, maka maksud dari skripsi ini adalah bagaimana cara menentukan type gangguan yang terjadi, apakah gangguan saluran satu fasa ketanah (line to ground), saluran dua fasa ketanah (double line to ground), saluran tiga fasa ketanah (three line to ground) atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground (line to line) dengan bantuan fuzzy-neuro serta sumber data pada saluran transmisi 150 kV sub-sistem Kebonagung. Sehubungan dengan permasalahan diatas, maka penyusun menentukan judul skripsi sebagai berikut: "PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PENDEKATAN FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB-SISTEM KEBONAGUNG".

1.3. Tujuan Pebahasan

Tujuan yang ingin dicapai oleh penyusun adalah :

1. Untuk membuat program yang secara langsung dapat menentukan jenis gangguan hubungan singkat pada saluran transmisi yaitu saluran satu fasa ketanah (*line to ground*), saluran dua fasa ketanah (*doubel line to ground*), saluran tiga fasa ketanah (*three line to ground*) atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground (*line to line*) pada saluaran transmisi 150 kV sub-sistem Kebonagung dengan menggunakan metode *fuzzy-neuro*.

1.4. Batasan Masalah

Untuk merealisasikan penentuan *type* gangguan dengan menganalisa komponen-komponen simetris arus-arus kesalahan pada rele jarak dengan metode pendekatan *fuzzy dan neuro* untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas pada skripsi ini, maka perlu adanya pembatasan-pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Data yang diolah adalah data hasil *survey* di GI Kebonagung Malang.
2. Saluran transmisi terletak antara GI Kebonaguna dengan GI Sengkaling
3. Menggunakan MATLAB versi 7 untuk proses program dengan bantuan tool box *anfis sugeno*.
4. Menganalisa jenis gangguan hubung singkat pada saluran transmisi yaitu saluran satu fasa ketanah (*line to ground*), saluran dua fasa ketanah

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh penelitian adalah :

1. Untuk membuat program yang secara langsung dapat menentukan jenis gangguan hubungan singkat pada saluran transmisi yaitu saluran satu fase ketanah (line to ground), saluran dua fase ketanah (double line to ground), saluran tiga fase ketanah (three line to ground) atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground (line to line) pada saluran transmisi 150 kV sub-sistem Kebonagung dengan menggunakan metode MVA.

1.4. Batasan Masalah

Untuk memfasilitasi penelitian pemenuhan type gangguan dengan menganalisis komponen-komponen simetris arus-arus kesalahan pada tele jarak dengan metode pendekatan MVA dan MVA untuk menghindari pembatasan yang terlalu luas pada skripsi ini maka perlu adanya pembatasan-pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Data yang diolah adalah data hasil swatch di GI Kebonagung Malang.
2. Saluran transmisi tetapak antara GI Kebonagung dengan GI Sengkaling
3. Menggunakan MVA LAB versi 7 untuk proses program dengan punas tool box analisis sueno.
4. Menganalisis jenis gangguan hubungan singkat pada saluran transmisi yaitu saluran satu fase ketanah (line to ground), saluran dua fase ketanah

(double line to ground), saluran tiga fasa ketanah *(three line to ground)*
atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground *(line to line)*

5. Tidak menentukan titik lokasi gangguan.

1.5. Metode Penulisan

Proses penentuan *type* gangguan dapat dilakukan dengan cara:

1. Menentukan tipe gangguan berdsrkan kode yaitu tipe 1 (LLG) , tipe 2 (LG), dan tipe 3 (LL), dari sinilah hasil dari program dapat ditentukan jenis gangguannya.
2. Menghitung komponen-komponen simetris gangguan
3. Melakukan perbandingan arus komponen simetris untuk mendapatkan arus NP,ZP dan PC.
4. Kemudian masuk ke fuzzifier layer kemudian ke rule layer dan diteruskan ke defuzzier layer untuk mencari output ganggun.
5. Dan hasil tersebut output ditrening untuk mendapat epoch yang maksimal untuk proses keluaran berupa tipe ganggun berdasar kode jenis ganngguan.

1.6. Sistematika Penilisan

BAB I : Pada bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metode penulisan, sistematika penulisan.

BAB II : Bab ini membahas tentang macam-macam jenis gangguan hubungan singkat pada saluran transmisi yaitu gangguan satu fasa ke tanah,

(double line to ground), saluran tiga fasa ketanah (three line to ground) atau saluran ke saluran yang tidak melibatkan ground (line to line)

2. Tidak menentukan titik lokasi gangguan.

1.2. Metode Penulisan

Proses penentuan type gangguan dapat dilakukan dengan cara:

1. Menentukan tipe gangguan berdasarkan kode yaitu tipe 1 (L.L.G) , tipe 2 (L.G) , dan tipe 3 (L.L) dari sintesis hasil dari program dapat ditentukan jenis gangguannya.

2. Menghitung komponen-komponen simetris gangguan

3. Melakukan perbandingan arus komponen simetris untuk mendapatkan arus

NP, XP dan PC.

4. Kemudian masuk ke busbar layer kemudian ke role layer dan diteruskan

ke busbar layer untuk mencari output gangguan.

5. Dan hasil tersebut output dituning untuk mendapat epoch yang maksimal

untuk proses ketanah berupa tipe gangguan terbesar kode jenis gangguannya.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I : Pada bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan

masalah, tujuan pembahasan, metode penulisan, sistematika

penulisan.

BAB II : Bab ini membahas tentang macam-macam jenis gangguan hubungan

singkat pada saluran transmisi yaitu gangguan satu fasa ke tanah,

gangguan dua fasa ke tanah, gangguan antar fasa serta membahas metode *neural network*, *fuzzy* dan *fuzzy-neuro*.

BAB III : Bab ini membahas tentang alur penentuan jenis gangguan dengan pendekatan metoda *fuzzy-neuro*.

BAB IV : Bab ini membahas mengenai hasil analisa gangguan hubungan singkat yaitu satu fasa ketanah, dua fasa ketanah dan antar fasa dengan menggunakan *fuzzy-neuro*..

BAB V : Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Gangguan Pada Saluran Transmisi

Hampir semua gangguan yang terjadi pada sistem daya adalah gangguan tidak simetris, yang mungkin terdiri dari hubungan singkat tidak simetris, gangguan tidak simetris melalui impedansi atau penghantar yang terbuka. Gangguan tidak simetris terjadi sebagai gangguan tunggal saluran ke tanah, gangguan antar saluran atau gangguan ganda saluran ke tanah.

Gangguan hubungan singkat ini memerlukan perhatian yang sangat besar karena bila gangguan hubungan singkat ini dibiarkan berlangsung agak lama pada suatu sistem daya maka akan menimbulkan pengaruh atau dampak yang tidak kita inginkan.

Adapun dampak yang terjadi akibat gangguan hubungan singkat adalah, akan menimbulkan kerusakan pada peralatan yang berada dekat lokasi gangguan karena arus yang besar, arus tidak seimbang atau tegangan-tegangan rendah yang ditimbulkan oleh hubungan singkat tersebut. Disamping itu pada peralatan yang mengandung isolasi, gangguan hubungan singkat bisa menimbulkan ledakan-ledakan yang mungkin bisa mengakibatkan kebakaran yang sangat membahayakan bagi pekerja yang menanganinya.

Gangguan pada saluran transmisi dapat berupa gangguan arus lebih atau gangguan tegangan lebih. Gangguan tegangan lebih dapat diakibatkan oleh gangguan petir yang berupa sambaran petir atau gangguan surja hubung yang

BAB II DASAR TEORI

2.1. Gangguan Pada Saluran Transmisi

Hampir semua gangguan yang terjadi pada sistem daya adalah gangguan tidak simetris yang mungkin terdiri dari hubungannya tingkat tidak simetris. Gangguan tidak simetris melalui impedansi atau penghantar yang terbuka. Gangguan tidak simetris terjadi sebagai gangguan tunggal saluran ke tanah. Gangguan antar saluran atau gangguan ganda saluran ke tanah.

Gangguan hubungannya tingkat ini memerlukan perhatian yang sangat besar karena bila gangguan hubungannya tingkat ini dibiarkan berlangsung akan lama pada suatu sistem daya maka akan menimbulkan pengaruh yang tidak kita inginkan.

Adapun dampak yang terjadi akibat gangguan hubungannya tingkat adalah akan menimbulkan kerusakan pada peralatan yang berada dekat lokasi gangguan karena arus yang besar, arus tidak seimbang atau tegangan-tegangan rendah yang ditimbulkan oleh hubungannya tingkat tersebut. Disamping itu pada peralatan yang menggunakan isolasi, gangguan hubungannya tingkat bisa menimbulkan ledakan-ledakan yang mungkin bisa mengakibatkan kebakaran yang sangat membahayakan bagi pekerja yang mengoperasinya.

Gangguan pada saluran transmisi dapat berupa gangguan arus lebih atau gangguan tegangan lebih. Gangguan tegangan lebih dapat diakibatkan oleh gangguan betis yang berupa sambaran betis atau gangguan surja hubungannya

berupa penutupan saluran yang tidak serempak, pelepasan beban *switching* dari transformator.

Gangguan arus lebih disebabkan oleh terjadinya hubung singkat. Gangguan ini menimbulkan kenaikan arus pada saluran yang terganggu. Kenaikan arus yang melebihi batas yang ditentukan merupakan suatu keadaan yang tidak boleh dibiarkan.

Gangguan hubung singkat pada saluran transmisi terdiri dari :

- a. Gangguan satu fasa ke tanah
- b. Gangguan dua fasa ke tanah
- c. Gangguan antar fasa
- d. Gangguan tiga fasa

2.2. Komponen-Komponen Simetris

2.2.1. Sintesis Fasor Tak Simetris Dari Komponen-Komponen Simetrisnya

Karya Fortescue membuktikan bahwa suatu sistem tak seimbang yang terdiri dari n phasor yang berhubungan (*related*) dapat diuraikan menjadi n buah sistem dengan phasor seimbang yang dinamakan komponen-komponen simetris (*symmetrical components*) dari phasor aslinya, n buah phasor pada setiap himpunan komponennya adalah sama panjang dan sudut phasor yang bersebelahan sama besarnya.

Menurut teorema Fortescue bahwa tiga phasor tak seimbang dari sistem tiga fasa dapat diuraikan menjadi 3 phasor yang seimbang. Komponen-komponen simetris itu adalah :

berupa bentuk-bentuk salinan yang tidak sempurna. Peluasan pada sel-sel yang dari transformasi.

Gangguan arus lebih disebabkan oleh terjadinya hubungan singkat. Gangguan ini menimbulkan kenaikan arus pada salinan yang terganggu. Kenaikan arus yang melebihi batas yang ditentukan merupakan suatu keadaan yang tidak boleh dibenarkan.

Gangguan hubungan singkat pada salinan transmisi terdiri dari :

- a. Gangguan satu fase ke tanah
- b. Gangguan dua fase ke tanah
- c. Gangguan antar fase
- d. Gangguan tiga fase

2.2. Komponen-Komponen Simetris

2.2.1. Simetris Dasar Dari Komponen-Komponen Simetrisnya

Karya Fortescue membuktikan bahwa suatu sistem tak seimbang yang terdiri dari n fasor yang berhubungan (wave) dapat diuraikan menjadi n buah sistem dengan fasor seimbang yang dinamakan komponen-komponen simetris (symmetrical components) dari fasor aslinya. n buah fasor pada setiap himpunan komponennya adalah sama panjang dan sudut fasor yang berselatan sama besarnya.

Menurut teorema Fortescue bahwa tiga fasor tak seimbang dari sistem tiga fase dapat diuraikan menjadi 3 fasor yang seimbang. Komponen-komponen simetris itu adalah :

1. Komponen urutan positif (*positive sequence components*) yang terdiri dari tiga phasor yang sama besarnya terpisah satu sama lain dalam fasa sebesar 120^0 , dan mempunyai urutan fasa yang sama seperti phasor aslinya dengan *subscrip* 1.
2. Komponen urutan negatif (*negative sequence components*) yang terdiri dari tiga phasor yang sama besarnya terpisah satu sama lain dalam fasa sebesar 120^0 , dan mempunyai urutan fasa yang berlawanan dengan phasor aslinya dengan *subscrip* 2.
3. Komponen urutan nol (*zero sequence components*) yang terdiri dari tiga phasor yang sama besarnya dan pergeseran fasa nol antara phasor yang satu dengan yang lain dengan *subscrip* 0.

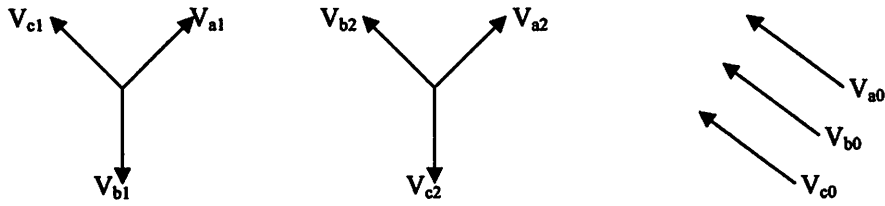
Ketiga phasor asli bila dinyatakan dalam suku-suku komponennya menjadi:

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0}$$

$$V_b = V_{b1} + V_{b2} + V_{b0}$$

$$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c0} \dots\dots\dots(2.1)$$

Sintesis himpunan tiga phasor tak seimbang dari ketiga himpunan komponen simetris pada gambar berikut :



Gambar 2.1

Komponen urutan positif, komponen urutan negatif dan komponen urutan nol
Sumber : Stevenson William Jr, “Analisa Sistem Tenaga Listrik”, edisi keempat, 1994.

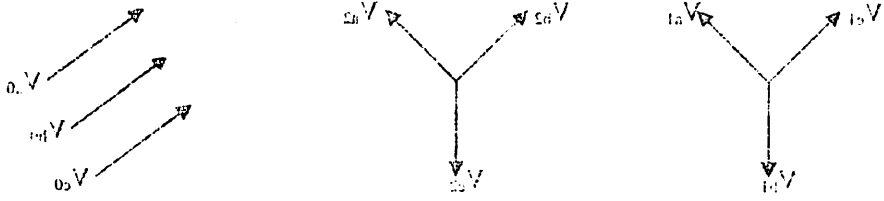
Ketiga fasa dari sistem dinyatakan sebagai a, b, c sehingga urutan fasa tegangan dan arus sistem adalah abc. Jadi, urutan fasa komponen urutan positif dari fasor urutan tak seimbang adalah abc, sedangkan urutan-urutan fasa dari komponen negatif adalah abc, jika fasor aslinya adalah arus, maka arus tersebut dapat dinyatakan dengan I_a, I_b, I_c . Ketiga himpunan komponen simetris dinyatakan dalam subskrip tambahan, 1 untuk komponen urutan positif, 2 untuk komponen urutan negatif, dan 0 untuk komponen urutan 0. Komponen-komponen urutan positif dari I_a, I_b, I_c adalah I_{a1}, I_{a2}, I_{a0} . Demikian pula komponen urutan negatif adalah I_{b1}, I_{b2}, I_{b0} , sedangkan untuk komponen urutan nol adalah I_{c1}, I_{c2}, I_{c0} . Fasor aslinya dinyatakan dalam suku-suku komponennya adalah :

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}$$

$$I_b = I_{b1} + I_{b2} + I_{b0}$$

$$I_c = I_{c1} + I_{c2} + I_{c0} \dots\dots\dots (2.2)$$

Karena ada pergeseran fasa pada komponen simetris yaitu sebesar 120° . Huruf a biasanya digunakan untuk menyatakan operator yang menyebabkan perputaran sebesar 120° dalam arah yang berlawanan dengan arah jarum jam.



Gambar 2.1

Komponen urutan positif, komponen urutan negatif dan komponen urutan nol
 Sumber: Stevenson William Jr. "Analisis Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.

Ketiga fasa dari sistem dinyatakan sebagai a, b, c sehingga urutan fasa
 tegangan dan arus sistem adalah abc. Jadi urutan fasa komponen urutan positif
 dari fason urutan tak seimbang adalah abc, sedangkan urutan-urutan fasa dari
 komponen negatif adalah abc. Jika fason aslinya adalah arus, maka arus tersebut
 dapat dinyatakan dengan I_a, I_b, I_c . Ketiga himpunan komponen simetris dinyatakan
 dalam subscript (subskrip) tambahan 1 untuk komponen urutan positif, 2 untuk komponen
 urutan negatif, dan 0 untuk komponen urutan 0. Komponen-komponen urutan
 positif dari I_a, I_b, I_c adalah I_{a1}, I_{b1}, I_{c1} . Demikian pula komponen urutan negatif
 adalah I_{a2}, I_{b2}, I_{c2} sedangkan untuk komponen urutan nol adalah I_{a0}, I_{b0}, I_{c0} . fason
 aslinya dinyatakan dalam suku-suku komponennya adalah :

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}$$

$$I_b = I_{b1} + I_{b2} + I_{b0}$$

$$I_c = I_{c1} + I_{c2} + I_{c0} \dots \dots \dots (2.2)$$

Karena ada pergeseran fasa pada komponen simetris yaitu sebesar 120° ,
 Huruf a biasanya digunakan untuk menyatakan operator yang menyebabkan
 pergeseran sebesar 120° dalam arah yang berlawanan dengan arah jarum jam.

Operator ini adalah bilangan kompleks yang besarnya satu dan sudutnya 120° dapat didefinisikan sebagai berikut :

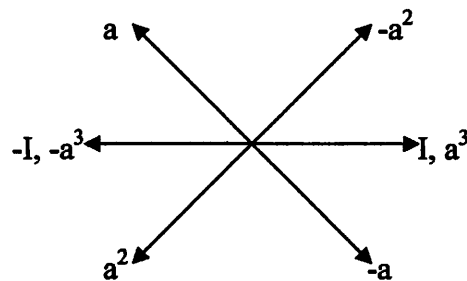
$$a = 1 \angle 120^\circ = -0,5 + j0,866$$

Bila operator a dikenakan pada fasor dua kali berturut-turut maka fasor itu diputar dengan sudut 240° dan untuk pengenaaan tiga kali berturut-turut, fasor akan diputar dengan sudut 360° .

Jadi :

$$a^2 = 1 \angle 240^\circ = -0,5 - j0,866$$

$$a^3 = 1 \angle 360^\circ = 1$$



Gambar 2.2.

Fasor yang melukiskan berbagai pangkat dari a

Sumber : Stevenson William Jr, "Analisa Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.

2.2.2. Komponen-Komponen Simetris Fasor Tak Simetris

Banyaknya kuantitas yang akan diketahui dapat diuraikan dengan menyatakan komponen I_a , I_b , I_c sebagai hasil kali fungsi operator a dengan komponen I_a , didapat hubungan sebagai berikut :

$$I_{b1} = a^2 I_{a1} \cdot I_{c1} = a I_{a1}$$

Operator ini adalah bilangan kompleks yang besarnya satu dan sudutnya 120°

dapat dituliskan sebagai berikut :

$$a = 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j0.866$$

Bila operator a dikalikan pada fasor dua kali berturut-turut maka fasor ini diputar

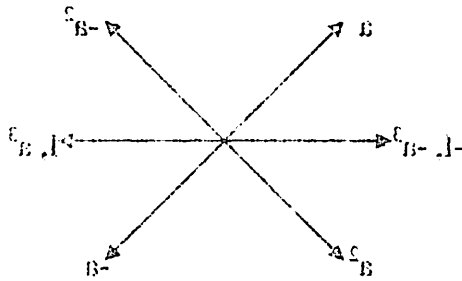
dengan sudut 240° dan untuk penggunaan tiga kali berturut-turut fasor akan diputar

dengan sudut 360° .

Jadi :

$$a^2 = 1 \angle 240^\circ = -0.5 - j0.866$$

$$a^3 = 1 \angle 360^\circ = 1$$



Gambar 2.2.

Fasor yang melukiskan berbagai pangkat dari a

Sumber : Stevenson William Jr. "Analisa Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.

2.2.2. Komponen-komponen Simetris Fasor Tak Simetris

Banyaknya kuantitas yang akan diketahui dapat diuraikan dengan

menyatakan komponen I_a , I_b , I_c sebagai hasil kali fungsi operator a dengan

komponen I_0 didapat hubungan sebagai berikut :

$$I_b = a^2 I_0 + I_1 = a I_a$$

$$I_{b2} = aI_{a2} \cdot I_{c2} = a^2I_{a2}$$

$$I_{b0} = I_{a0} \cdot I_{c0} = I_{a0} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.2) dan (2.3) diperoleh :

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}$$

$$I_b = a^2I_{a1} + aI_{a2} + I_{a0}$$

$$I_c = aI_{a1} + a^2I_{a2} + I_{a0} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dalam bentuk matriks

$$\begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk memudahkan, kita misalkan :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dan invers matriks A adalah

$$A^{-1} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2.7)$$

Maka, untuk memperoleh komponen simetris urutan nol, positif dan negatif :

$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$I_{a0} = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$I_{a1} = \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$I_{a2} = \frac{1}{3}(I_a + a^2 I_b + a I_c) \dots\dots\dots(2.11)$$

Dalam sistem tiga fasa, jumlah arus saluran sama dengan arus I_n dalam jalur kembali lewat netral. Jadi :

$$I_n = I_a + I_b + I_c \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan membandingkan persamaan (2.11) dan (2.12) maka diperoleh :

$$I_n = 3I_{a0} \dots\dots\dots(2.13)$$

2.3. Gangguan Hubung Singkat

2.3.1. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah

Secara umum tanpa memandang jenis gangguannya, gangguan hubung singkat mempunyai persamaan umum sebagai berikut :

$$V_{a1} = V_f - Z_1 \cdot I_{a1} ; \quad V_{a2} = - Z_2 \cdot I_{a2} ; \quad V_{a0} = - Z_0 \cdot I_{a0} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana fasa a selalu diambil sebagai referensi.

V_f = tegangan titik gangguan pada keadaan normal (1 pu)

Z_1, Z_2, Z_0 = impedansi urutan positif, negatif dan nol ditinjau dari titik gangguan.

Gangguan satu fasa ke tanah pada titik F dengan persamaaan :

$$I_b = 0 ; \quad I_c = 0 ; \quad V_a = I_a Z_f \dots\dots\dots(2.15)$$

$$V_{a3} = \frac{1}{2}(V_a + a^2V_b + aV_c) \dots\dots\dots (2.11)$$

Dalam sistem tiga fasa, jumlah arus saluran sama dengan arus I_a dalam jalin kembali lewat netral. Jadi :

$$I_a = I_a + I_b + I_c \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan membandingkan persamaan (2.11) dan (2.12) maka diperoleh :

$$I_a = 2I_{a0} \dots\dots\dots (2.13)$$

2.3. Gangguan Hubung Singkat

2.3.1. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah

Secara umum tarpa membanding jenis-gangguanya, gangguan hubung singkat mempunyai persamaan umum sebagai berikut :

$$V_{a1} = V_1 - \Delta_1 \cdot I_{a1} ; V_{a2} = -\Delta_2 \cdot I_{a2} ; V_{a0} = -\Delta_0 \cdot I_{a0} \dots\dots\dots (2.14)$$

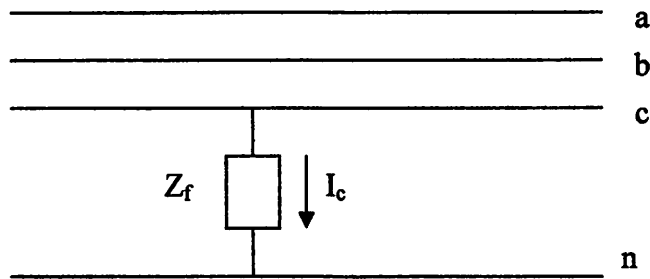
Dimana fasa a selalu diambil sebagai referensi.

V_1 = tegangan titik gangguan pada keadaan normal (1 pu)

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_0$ = impedansi mutua positif, negatif dan nol ditinjau dari titik gangguan.

Gangguan satu fasa ke tanah pada titik F dengan persamaan :

$$I_b = 0 ; I_c = 0 ; V_a = I_a \Delta_1 \dots\dots\dots (2.15)$$



Gambar 2.3.

Hubung singkat satu fasa ke tanah

Sumber : Stevenson William Jr, "Analisa Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.

Dengan mensubtitusikan persamaan ini akan diperoleh

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0}$$

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} = (I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}) Z_f$$

$$= 3 I_{a1} \cdot Z_f$$

$$(V_{a1} - I_{a1} \cdot Z_f) + (V_{a2} - I_{a2} \cdot Z_f) + (V_{a0} - I_{a0} \cdot Z_f) = 0$$

$$V_{a1} = -V_{a2} - V_{a0} + 3I_{a1} \cdot Z_f$$

$$V_f - I_{a1} \cdot Z_1 = I_{a1} \cdot Z_2 + I_{a1} \cdot Z_0 + 3I_{a1} \cdot Z_f$$

$$V_f = I_{a1} (Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3 Z_f)$$

$$I_{a1} = \frac{V_f}{(Z_1 + Z_2 + Z_0)}$$

$$I_{a2} = I_{a1}$$

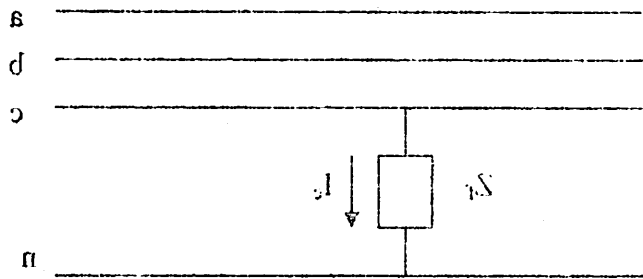


$$I_{a0} = I_{a1}$$

Dengan demikian arus gangguan dapat diperoleh dengan persamaan

berikut :

$$I_f = 3I_{a1} = \frac{3V_f}{(Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f)} \dots\dots\dots(2.16)$$



Gambar 2.3.

Hubung singkat satu fase ke tanah

Sumber : Stevenson William Jr., "Analisa Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.

Dengan mensubstitusikan persamaan ini akan diperoleh

$$I_{a1} = I_{b2} = I_{n0}$$

$$V_n = V_{a1} + V_{b2} + V_{n0} = (I_{a1} + I_{b2} + I_{n0}) Z_L$$

$$= 3 I_{a1} Z_L$$

$$(V_{a1} - I_{a1} Z_1) + (V_{b2} - I_{b2} Z_2) + (V_{n0} - I_{n0} Z_0) = 0$$

$$V_{a1} = -V_{b2} - V_{n0} + 3 I_{a1} Z_1$$

$$V_1 - I_{a1} Z_1 = I_{a1} Z_2 + I_{b1} Z_0 + 3 I_{a1} Z_1$$

$$V_1 = I_{a1} (Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3 Z_1)$$

$$I_{a1} = \frac{V_1}{(Z_1 + Z_2 + Z_0)}$$

$$I_{b2} = I_{a1} \quad \longleftarrow \quad I_{n0} = I_{a1}$$

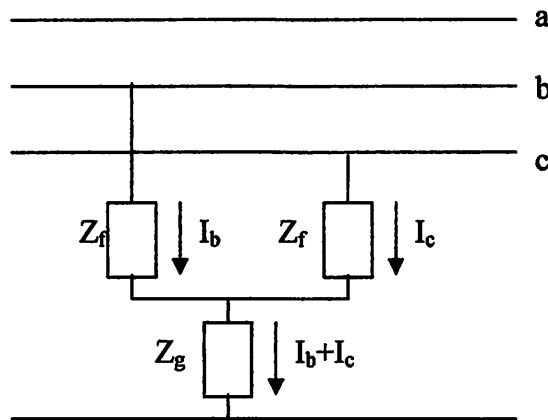
Dengan demikian arus gangguan dapat diperoleh dengan persamaan

berikut :

$$I_1 = 3 I_{a1} = \frac{3 V_1}{(Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3 Z_1)} \dots \dots \dots (2.16)$$

2.3.2. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa Ke Tanah

Untuk suatu gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah, batang disambungkan seperti ditunjukkan dalam gambar 2.4



Gambar 2.4.

Hubung singkat dua fasa ke tanah

Sumber : Stevenson William Jr, "Analisa Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.

Persamaan keadaan :

$$I_a = 0$$

$$V_b = I_b \cdot Z_f + (I_b + I_c) Z_g$$

$$V_c = I_c \cdot Z_f + (I_b + I_c) Z_g \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan-persamaan ini didapat :

$$I_{a1} + I_{a2} + I_{a0} = 0$$

$$a^2 V_{a1} + a V_{a2} + V_{a0} = (a^2 I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0}) + (I_a + I_c) Z_g \dots\dots\dots(2.18)$$

$$a V_{a1} + a^2 V_{a2} + V_{a0} = (a I_{a1} + a^2 I_{a2} + I_{a0}) + (I_a + I_c) Z_g \dots\dots\dots(2.19)$$

persamaan 2.18 dan 2.19 dikurangkan

$$(a_2 - a)V_{a1} + (a - a_2)V_{a2} = (a_2 - a)I_{a1}Z_f + (a - a_2)I_{a2}Z_f \dots\dots\dots(2.20)$$

atau

$$Z^g = Z^0 + 2Z^f + 3Z^g$$

$$Z^f = (Z^1 + Z^f)(Z^0 + Z^f + 2Z^f + 3Z^g) + (Z^2 + Z^f)(Z^0 + Z^f + 3Z^g)$$

Dengan

$$I^{a0} = -I^{a1}(Z^2 + Z^f) / Z^g$$

$$I^{a2} = -I^{a1}(Z^0 + Z^f + 3Z^g) / Z^g$$

$$I^{a1} = V^f \cdot Z^g / Z^f$$

Atau

$$I^{a1} = \frac{Z^1 + Z^f + \frac{(Z^0 + Z^2 + 2Z^f + 3Z^g)}{(Z^2 + Z^f) + (Z^0 + Z^f + 3Z^g)}}{V^f} \dots (2.22)$$

selanjutnya arus-arus dan tegangan urutannya dapat diperoleh :

$$V^{a1} - I^{a1}Z^f = (V^{a0} - I^{a0}Z^f)(Z^f + Z^g)$$

dari persamaan diatas

$$V^{a1} - I^{a1}Z^f = (V^{a0} - I^{a0}Z^f)(Z^f + 3Z^g)$$

jadi

$$2V^{a1} - I^{a1}Z^f = 2(V^{a0} - I^{a0}Z^f)(Z^f + Z^g)$$

dari persamaan diatas diperoleh

$$V^{a1} - I^{a1}Z^f + (V^{a1} - I^{a1}Z^f) = 2(V^{a0} - I^{a0}Z^f)(Z^f + 3Z^g)$$

atau

$$-V^{a1} - V^{a2} + 2V^{a0} = -I^{a1}Z^f - I^{a2}Z^f + 2I^{a0}Z^f + (I^b + I^c)Z^g$$

Persamaan 2.20 dan 2.21 ditambahkan

$$V^{a1} - I^{a1}Z^f = V^{a2} - I^{a2}Z^f \dots (2.21)$$

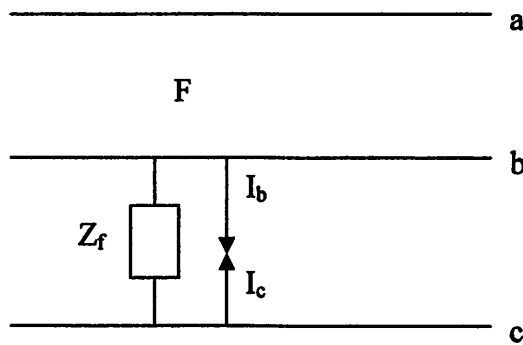
Dengan demikian arus pada titik gangguan dapat diperoleh :

$$I_f = I_b + I_c - 3I_{a0} \dots\dots\dots(2.23)$$

2.3.3. Gangguan Hubung Singkat Fasa Ke Fasa

Gangguan fasa ke fasa pada saluran transmisi terjadi umumnya bila dua kawat fasa bersentuhan.

Gangguan fasa ke fasa pada titik F dengan impedansi gangguan Z_f



Gambar 2.5.

Hubung singkat fasa ke fasa

Sumber : Stevenson William Jr, "Analisa Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.

Dapat ditulis dengan persamaan

$$I_{a0} = 0$$

$$I_{a1} = -I_{a2}$$

$$V_b - V_c = (a_2 - a)V_{a1} - (a_2 - a)V_{a2} = (a_2 - a)I_{a1}Z_f \dots\dots\dots(2.24)$$

Atau

$$V_{a1} - V_{a2} = I_{a1}Z_f$$

$$V_{a1} = V_{a2} + I_{a1}Z_f$$

$$V_{a1} = V_{a2} + I_{a1} \left(\frac{Z_f}{2} + \frac{Z_f}{2} \right)$$

$$V_{a1} - I_{a1} \left(\frac{Z_f}{2} \right) = V_{a2} - I_{a2} \left(\frac{Z_f}{2} \right)$$

$$V_{a0} = 0$$

$$V_{a1} = V_f - I_{a1} Z_1$$

$$V_{a2} = -I_{a2} Z_2$$

$$I_{a1} = -I_{a2} = \frac{V_f}{(Z_1 + Z_2 + Z_0)} \dots\dots\dots(2.25)$$

Sehingga arus gangguan adalah

$$\begin{aligned} I_f = I_b &= a^2 I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0} \\ &= (a^2 - a) I_{a1} \end{aligned}$$

2.4. Neural Network

2.4.1. TEORI JARINGAN SYARAF TIRUAN

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

Pada jaringan syaraf, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (*layer*) yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layer*). Biasanya neuron-neuron pada lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan sebelum dan sesudahnya. Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan

$$I_{in} = N_{s2} + I_{in} + \left(\frac{N_{s1}}{2} + \frac{N_{s2}}{2}\right) I_{in}$$

$$I_{in} - \left(\frac{N_{s1}}{2} + \frac{N_{s2}}{2}\right) I_{in} = N_{s2}$$

$$I_{in} = 0$$

$$N_{s1} = I_{in} - I_{in} N_{s2}$$

$$I_{in} = -I_{in} N_{s2}$$

$$I_{in} = -I_{in} \frac{I_{in}}{(\Sigma_1 + \Sigma_2 + \Sigma_0)} \quad (2.22)$$

Sehingga arus gangguan adalah

$$I_{in} = I_{in} + \alpha I_{in} + \alpha I_{in} + I_{in}$$

$$= (1 + \alpha) I_{in}$$

2.4. Neural Network

2.4.1. TEORI JARINGAN SYARAT TIRUAN

Jaringan syarat tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syarat tiruan diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

Pada jaringan syarat tiruan, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (layer) yang disebut dengan lapisan neuron (neuron layer). Biasanya neuron-neuron pada lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan sebelum dan sesudahnya. Informasi yang diberikan pada jaringan syarat tiruan akan disampaikan

lapisan ke lapisan, mulai dari lapisan input sampai ke lapisan output melalui yang lainnya, yang sering dikenal dengan dengan nama lapisan tersembunyi (*hidden layer*).

2.4.2. Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma backpropagation menggunakan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*feed forward*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid.

2.4.3. Penurunan Algoritma Backpropagation

Algoritma backpropagation terdiri atas tahapan propagasi maju dan tahapan propagasi balik. Tahapan propagasi maju dimulai dengan memberikan suatu pola (sinyal) masukan pada lapisan input pada jaringan. Pada lapisan input, pola masukan hanya dilewatkan untuk kemudian dikalikan dengan pebobot yang menghubungkan dengan lapisan hidden. Jadi lapisan input merupakan lapisan pasif karena tidak mengolah pola masukan. Dalam tiap lapisan yang berurutan (kecuali lapisan input), setiap element pengolah (neuron) menjumlahkan setiap masukan dan melewatkannya pada fungsi aktivasi untuk mendapatkan outputnya.

lapisan ke lapisan, mulai dari lapisan input sampai ke lapisan output melalui yang
lainnya yang sering dikenal dengan nama lapisan tersembunyi (hidden
layer).

2.4.2. Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan
biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mendapat
bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan
tersembunyi. Algoritma backpropagation menggunakan error output untuk
mendapat nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (backward). Untuk
mendapatkan error ini, tahap perhitungan maju (feed forward) harus dikerjakan
terlebih dahulu. Pada saat perhitungan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan
menggunakan fungsi aktivasi sigmoid.

3.4.3. Perhitungan Algoritma Backpropagation

Algoritma backpropagation terdiri atas tahapan propagasi maju dan
tahapan propagasi balik. Tahapan propagasi maju dimulai dengan memberikan
suaran bola (signal) masukan pada lapisan input pada jaringan. Pada lapisan input,
bola masukan hanya dilewatkan untuk kemugian dikalikan dengan bobot yang
menghubungkan dengan lapisan hidden, jadi lapisan input merupakan lapisan
basis, karena tidak mengolah bola masukan. Dalam tiap lapisan yang berurutan
(kecuali lapisan input), setiap element pengolah (neuron) menjumlahkan setiap
masukan dan melewatkannya pada fungsi aktivasi untuk mendapatkan outputnya.

Output ini disebar maju ke lapisan selanjutnya secara berurutan, untuk kemudian mengalami proses yang sama sampai pada lapisan output. Lapisan output jaringan kemudian menghasilkan keluaran jaringan secara keseluruhan. Jadi arah sebaran informasi adalah lapisan input-hidden-output. Tahapan propagasi balik dimulai dengan membandingkan respon jaringan keseluruhan dengan output yang diinginkan. Perbedaan yang terjadi atau errornya kemudian dipergunakan untuk memperbaiki harga pembobot jaringan.

Algoritma ini banyak dipakai pada aplikasi pengendalian karena prosedur belajarnya didasarkan pada hubungan yang sederhana, jika output memberikan hasil yang salah, maka pembobot dikoreksi supaya error dapat diperkecil dan respon jaringan selanjutnya diharapkan akan lebih mendekati harga yang benar.

2.5. Himpunan Fuzzy

Pada dasarnya manusia mengenal obyek dengan memberikan klasifikasi secara kualitatif seperti besar, kecil, tinggi, rendah dan sebagainya, yang tergolong dalam termilogi linguistik. Batas antara satu kebenaran dengan kebenaran lainnya tidak tegas dan sering mengandung unsur ketidakpastian. Kebenaran ini disebut kebenaran fuzzy.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita dapat memutuskan sesuatu masalah dengan jawaban sederhana yaitu “Ya” atau “Tidak”. Sebagai contoh, untuk menyatakan seseorang berbadan “tinggi”, amat bersifat relatif. Demikian juga untuk mengatakan warna “abu-abu” yang merupakan campuran antara warna hitam dengan putih.

Output ini disebut maju ke lapisan selanjutnya secara berurutan. Untuk kemudian mengalami proses yang sama sampai pada lapisan output. Lapisan output jaringan kemudian menghasilkan keluaran jaringan secara keseluruhan. Jadi masih sebagian informasi adalah lapisan input-hidden-output. Tahapan propagasi balik dimulai dengan membandingkan respon jaringan keseluruhan dengan output yang diinginkan. Perbedaan yang terjadi akan errornya kemudian digunakan untuk memperbaiki harga bobot jaringan.

Algoritma ini banyak dipakai pada aplikasi pengendalian karena prosedur belajarnya didasarkan pada hubungan yang sederhana. Jika output memberikan hasil yang salah, maka bobot dikoreksi supaya error dapat diperkecil dan respon jaringan selanjutnya diharapkan akan lebih mendekati harga yang benar.

3.2. Himpunan fuzzy

Pada dasarnya manusia mengenal objek dengan memberikan klasifikasi secara kualitatif seperti besar, kecil, tinggi, rendah dan sebagainya yang tergolong dalam teknologi linguistik. Batas antara satu kebenaran dengan kebenaran lainnya tidak tegas dan sering mengandung unsur ketidakpastian. Kebenaran ini disebut kebenaran fuzzy.

Dalam kehidupan sehari-hari kita dapat memutarakan suatu masalah dengan jawaban sederhana yaitu "Ya" atau "Tidak". Sebagai contoh, untuk menyatakan seseorang berbeda "tinggi", amat berarti relatif. Demikian juga untuk mengatakan warna "abu-abu" yang merupakan campuran antara warna hitam dengan putih.

Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1. Himpunan ini disebut dengan himpunan kabur (*fuzzy set*). Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak diantaranya. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

Suatu himpunan fuzzy terdiri atas elemen-elemen yang mempunyai derajat keanggotaan μ . Suatu elemen x dalam himpunan bagian fuzzy F mempunyai derajat $\mu_F(x)$ yang terletak antara 0 dan 1. Jika $\mu_F(x) = 1$, maka x adalah anggota himpunan F . Jika $\mu_F(x) = 0$ maka x bukan anggota F . Dan jika $\mu_F(x) = \mu$, dengan $0 < \mu < 1$ maka dikatakan anggota F dengan derajat keanggotaan μ . Dalam merujuk himpunan bagian fuzzy ini sering digunakan besaran non numerik, misalnya besar, *medium*, kecil dan sebagainya.

2.5.1 Fuzzifikasi

Dalam aplikasi suatu pengaturan, besaran masukan yang diperoleh dari sistem melalui sensor akan selalu berupa *crisp* yang bersifat pasti dan kualitatif. Pemetaan dari masukan *crisp* ke dalam himpunan fuzzy yang memakai variabel linguistik dinamakan pengkaburan atau fuzzifikasi.

Pada tahun 1962, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1. Himpunan ini disebut dengan himpunan kabur (fuzzy set). Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1]. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak di antaranya. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

Suatu himpunan fuzzy terdiri atas elemen-elemen yang mempunyai derajat keanggotaan μ . Suatu elemen x dalam himpunan bagian fuzzy F mempunyai derajat $\mu_F(x)$ yang terletak antara 0 dan 1. Jika $\mu_F(x) = 1$, maka x adalah anggota himpunan F . Jika $\mu_F(x) = 0$ maka 0 bukan anggota F . Dan jika $\mu_F(x) = \mu$, dengan $0 < \mu < 1$ maka dikatakan anggota F dengan derajat keanggotaan μ . Dalam merujuk himpunan bagian fuzzy ini sering digunakan besaran non numerik, misalnya besar, mewah, kecil dan sebagainya.

2.2.1 Fuzzifikasi

Dalam aplikasi suatu pengaturan, besaran masukan yang diperoleh dari sistem melalui sensor akan selalu berupa *crisp* yang berarti pasti dan kualitatif. Pemetaan dari masukan *crisp* ke dalam himpunan fuzzy yang memiliki variabel linguistik dinamakan penggaburan atau fuzzifikasi.

Fuzzifikasi merupakan proses awal untuk mengubah masukan yang berupa nonfuzzy menjadi himpunan fuzzy untuk menghasilkan satu set nilai keanggotaan dari fungsi keanggotaan yang ada sehingga dalam tahap ini, mula-mula dikembangkan fungsi keanggotaan dan derajat keanggotaan. Suatu masukan *crisp* mempunyai derajat keanggotaan dalam beberapa fungsi keanggotaan sekaligus dalam suatu saat.

Fuzzifikasi dinyatakan oleh pernyataan $x = \text{fuzzifier}(X)$ dimana X adalah masukan *crisp* (*non fuzzy*). X adalah himpunan fuzzy yang disertai dengan derajat keanggotaan dan fuzzifier adalah operator fuzzifikasi.

2.5.2. Basis Pengetahuan

Basis Pengetahuan (*knowledge base*) berisi pengetahuan mengenai *input* dan *output* serta relasi yang menghubungkan antara *input* dan *output*. Basis pengetahuan terdiri dari basis data dan basis aturan. Basis data berfungsi untuk mengatur kerja dari proses fuzzifikasi sedangkan basis aturan berfungsi untuk mengatur proses inferensi yang menghubungkan antara *input* dan *output*. Hal ini menyebabkan basis pengetahuan merupakan hal yang penting dalam suatu pengontrolan dan menggunakan logika fuzzy Basis data

Basis data berfungsi untuk mendefinisikan himpunan-himpunan fuzzy dari sinyal masukan dan keluaran agar dapat digunakan oleh variabel linguistik dalam aturan dasar.

Fuzifikasi merupakan proses awal untuk mengubah masukan yang berupa nonfuzzy menjadi himpunan fuzzy untuk menghasilkan satu set nilai keanggotaan dari fungsi keanggotaan yang ada sehingga dalam tahap ini, mula-mula dikembangkan fungsi keanggotaan dan derjat keanggotaan. Suatu masukan x yang mempunyai derjat keanggotaan dalam beberapa fungsi keanggotaan sekaligus dalam suatu saat.

Fuzifikasi dinyatakan oleh pernyataan $x = \text{fuzifier}(X)$ dimana X adalah masukan x yang fuzzy. X adalah himpunan fuzzy yang disertai dengan derjat keanggotaan dan fuzifier adalah operator fuzifikasi.

2.3.2. Basis Pengetahuan

Basis Pengetahuan (knowledge base) berisi pengetahuan mengenai input dan output serta relasi yang menghubungkan antara input dan output. Basis pengetahuan terdiri dari basis data dan basis aturan. Basis data berfungsi untuk mengatur kerja dari proses fuzifikasi sedangkan basis aturan berfungsi untuk mengatur proses inferensi yang menghubungkan antara input dan output. Hal ini menyebabkan basis pengetahuan merupakan hal yang penting dalam suatu pengontrolan dan menggunakan logika fuzzy Basis data

Basis data berfungsi untuk mendefinisikan himpunan-himpunan fuzzy dari sinyal masukan dan keluaran agar dapat digunakan oleh variabel linguistik dalam aturan dasar.

2.5.3. Basis Aturan

Basis aturan berisi aturan-aturan kendali fuzzy yang akan menggabungkan antara masukan dan keluarannya. Basis aturan ini harus mencakup seluruh kombinasi *input* yang ada kecuali yang menggambarkan kondisi yang tidak mungkin terjadi ataupun telah termuat pada aturan lainnya.

Basis aturan ini biasanya dapat direpresentasikan dalam suatu pernyataan kondisional, yaitu:

If Premisi (kondisi) *Then* Konklusi (konsekuensi)

Berikut ini adalah contoh beberapa basis aturan :

If ujian bagus *And* absen penuh *Then* kuliah lulus

If ujian jelek *And* malas *Then* kuliah tidak lulus

Basis aturan adalah bagian yang menggambarkan dinamika suatu sistem terhadap masukan yang dikarakteristikan oleh sekumpulan variabel-variabel linguistik dan berbasis pengetahuan seorang operator ahli. Pernyataan tersebut umumnya dinyatakan oleh suatu pernyataan bersyarat. Dalam pembentukan basis aturan perlu diperhatikan aspek sebagai berikut :

1. Variabel masukan dan keluaran *error* (e) dan perubahan *error* (de) tetap menjadi acuan utama bagi aturan kontrol suatu sistem kontrol yang berbasis logika fuzzy ini sehingga akan menghasilkan aksi kontrol (u) yang sesuai.
2. Penurunan aturan kontrol fuzzy, salah satu cara menurunkan kontrol fuzzy adalah mengumpulkan aturan-aturan kontrol fuzzy yang dibentuk dan

2.2.3. Basis Aturan

Basis aturan berisi aturan-aturan kendali fuzzy yang akan mengagabungkan antara masukan dan keluarannya. Basis aturan ini harus mencakup seluruh kombinasi wpm yang ada kecuali yang menggambarkan kondisi yang tidak mungkin terjadi ataupun telah termanipulasi oleh sistem lainnya.

Basis aturan ini biasanya dapat direpresentasikan dalam suatu pernyataan kondisional, yaitu:

(Premisi (kondisi) Wew Konklusi (konsekuensi)

Berikut ini adalah contoh beberapa basis aturan :

Ujikan bagus AND absen penuh Wew kuliah lulus

Ujikan jelek AND malas Wew kuliah tidak lulus

Basis aturan adalah bagian yang menggambarkan dinamika suatu sistem terhadap masukan yang dikarakteristikkan oleh sekumpulan variabel-variabel linguistik dan berbasis pengetahuan seorang operator ahli. Pernyataan tersebut umumnya dinyatakan oleh suatu pernyataan bersyarat. Dalam pembentukan basis aturan perlu diperhatikan aspek sebagai berikut :

1. Variabel masukan dan keluaran error (e) dan perubahan error (de) tetapi menjadi acuan utama bagi aturan kontrol suatu sistem kontrol yang berbasis logika fuzzy ini sehingga akan menghasilkan aksi kontrol (u) yang sesuai.

2. Pernyataan aturan kontrol fuzzy, salah satu cara menentukan kontrol fuzzy adalah mengabungkan aturan-aturan kontrol fuzzy yang dibentuk dan

analisa perilaku objek atur. Aturan kontrol diturunkan dengan jalan mengkoreksi simpangan keluaran sistem menuju keadaan yang diinginkan.

2.5.4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu.

Secara garis besar strategi defuzzifikasi bertujuan menghasilkan aksi atur nyata yang dapat mempresentasikan distribusi dari aksi atur masing-masing kaidah atur, dalam hal ini ada beberapa metode yang dapat digunakan.

2.6. Fuzzy Neural Network

Teknik fuzzy-neuro menggunakan arsitektur pengontrol fuzzy yang dikembangkan dengan bantuan jaringan neural relasional. Pada umumnya sekumpulan fuzzy dan jaringan neural secara efisien berhubungan dengan dua arae pemrosesan informasi sangat berbeda. Kemampuan fuzzy bagus pada bermacam-macam aspek ketidak pastian repretasi pengetahuan, sementara jaringan neural adlah stuktur efisien yang mampu belajar dari contoh.

Pengontrol fuzzy diubah dalam tiga elemen dasar yaitu fuzzifikasi, kesimpulan fuzzy, dan defuzzifikasi. Dalam jaringan neural penilaian antara input dan lapisan tersembunyi pertama sebagaimana halnya lapisan tersembunyi terakhir dan lapisan output, menentukan perilaku input/output. Dalam sistem

analisa perilaku objek dan. Aturan kontrol diturunkan dengan jalan mengkonversi simpangan keluaran sistem menjadi keadaan yang diinginkan.

2.4.4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu himpunan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam waktu tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai yang tertentu.

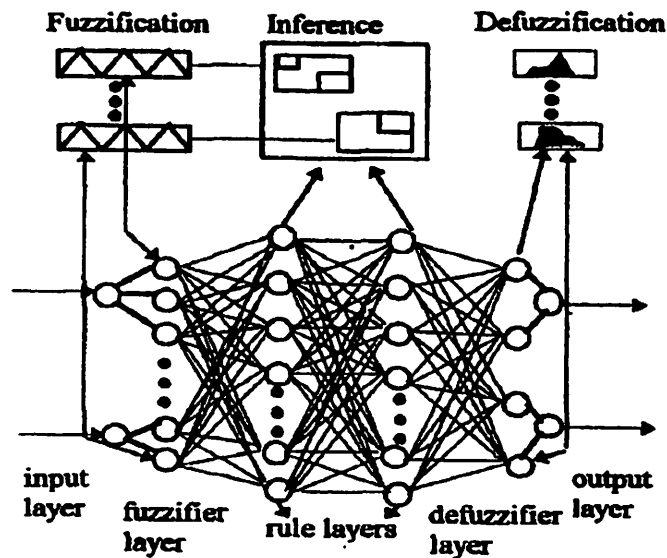
Secara garis besar strategi defuzzifikasi bertujuan menghasilkan aksi atau output yang dapat memprediksikan distribusi dari aksi atau masing-masing keadaan atau dalam hal ini ada beberapa metode yang dapat digunakan.

2.6. Fuzzy Neural Network

Teknik fuzzy-neuro menggunakan asisten pengontrol fuzzy yang dikembangkan dengan jaringan neural relational. Pada umumnya sekumpulan fuzzy dan jaringan neural secara efisien berhubungan dengan dua area pemrosesan informasi sangat berbeda. Kemampuan fuzzy bagus pada bermacam-macam aspek ketidak pastian pengetahuan sementara jaringan neural adalah struktur efisien yang mampu belajar dari contoh.

Pengontrol fuzzy dibah dalam tiga elemen dasar yaitu fuzzifikasi, kesimpulan fuzzy dan defuzzifikasi. Dalam jaringan neural pelatihan antara input dan lapisan tersembunyi pertama sebagaimana halnya lapisan tersembunyi terakhir dan lapisan output menentukan perilaku input/output. Dalam sistem

fuzzy, parameter ini ditemukan dalam ruti fuzzifikasi dan defuzzifikasi dan dengan demikian dapat digunakan. Perhitungan tingkat dari fuzzifier disampaikan pada pengaturan dan beroperasi dalam neuron pada pengaturan lapisan didasarkan pada aturan JIKA MAKA, karena metode percobaan neural biasanya menggunakan gradien error untuk secara heuristik menemukan arah pencarian terbaik dan gradien tidak dapat dihitung ketika aturan diskrit digunakan. Jaringan neural menggunakan algoritma pengembangan error untuk belajar dari kumpulan data, dan menemukan pengontrol fuzzy yang cocok.

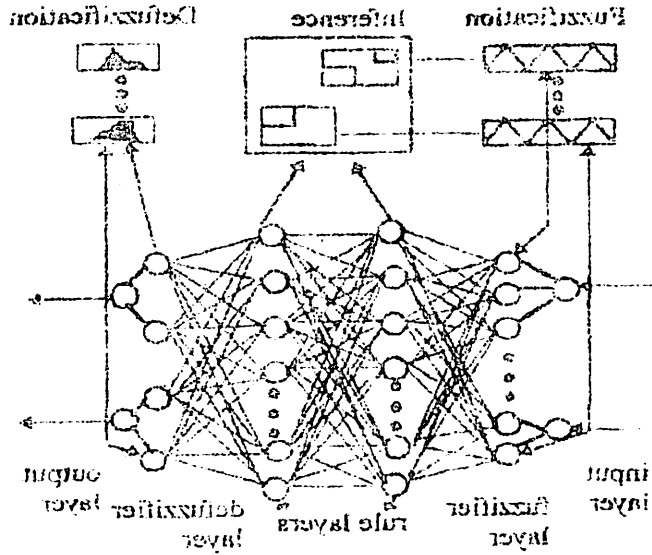


Gambar 2.6

Arsitektur Fuzzy Neural Network

Sumber : Huisheng Wang and W.W.L. Keerthipala "Fuzzy-Neuro Approach to Fault Classification for Transmission Line Protection", IEEE Transaction on Power Delivery, Vol 13. No. 4. October 1998.

data dan menemukan anggota fuzzy yang cocok. neural menggunakan algoritma pengembangan error untuk belajar dari kumpulan terbaik dan gardian tidak dapat dibina ketika antara diskrit digunakan. jaringan menggunakan gardian error untuk secara heuristik menentukan arah pencarian dilakukan pada suatu JIKA MAKALAH karena metode percobaan neural biasanya pada pengaturan dan penetapan dalam neuron pada pengaturan lapisan dengan demikian dapat digunakan. Perhitungan tingkat dari fuzzyter dilaksanakan fuzzy parameter ini ditemukan dalam nilai fuzzyifikasi dan defuzzifikasi dan



Gambar 2.6

Adaptive Fuzzy Neural Network

Sender : Huisong Wang and W.W.L. Kechripala "Fuzzy-Growth Approach to Fuzzy Classification for Transmission Line Protection", IEEE Transaction on Power Delivery, Vol.13, No.4, October 1998.

BAB III
ANALISA PENENTUAN GANGGUAN DENGAN METODE
FUZZY-NEURO

Proses penentuan *type* gangguan dapat dilakukan dengan cara menghitung komponen-komponen simetris gangguan, kemudian melakukan perbandingan arus komponen simetris untuk mendapatkan NP, ZP dan PC kemudian masuk ke keproses fuzzifier layer kemudian dilanjutkan ke rule layer dan keproses defuzzier layer untuk mendapatkan outputan, proses terakhir outputan akan ditrening sampai mencapai epoch yang maksimal, dari sinilah dapat ditentukan jenis gangguan berdasarkan kode tipe gangguannya.

3.1. Pemrosesan Dan Penentuan Komponen – Komponen Simetris Dari Saluran Tenaga listrik

Karena ada pergeseran fasa pada komponen simetris yaitu sebesar 120° . Huruf *a* biasanya digunakan untuk menyatakan operator yang menyebabkan perputaran sebesar 120° dalam arah yang berlawanan dengan arah jarum jam. Operator ini adalah bilangan kompleks yang besarnya satu dan sudutnya 120° dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$a = 1 \angle 120^{\circ} = -0,5 + j0,866$$

Bila operator *a* dikenakan pada fasor dua kali berturut-turut maka fasor itu diputar dengan sudut 240° dan untuk pengenaan tiga kali berturut-turut, fasor akan diputar dengan sudut 360° .

Jadi :

BAB III

ANALISA PENENTUAN GANGGUAN DENGAN METODE

FUZZY-NEURO

Proses penentuan tipe gangguan dapat dilakukan dengan cara menghitung komponen-komponen simetris gangguan, kemudian melakukan perbandingan arus komponen simetris untuk mendapatkan NP, XP, dan PC, kemudian masuk ke keproses fuzzy layer kemudian dilanjutkan ke rule layer dan keproses defuzzifier layer untuk mendapatkan output. proses terakhir output akan ditinjau sampai mencapai epoch yang maksimal, dari sinilah dapat ditentukan jenis gangguan berdasarkan kode tipe gangguannya.

3.1. Proses dan Penentuan Komponen – Komponen Simetris Dari

Selatan Tenaga Listrik

Karena ada pergeseran fasa pada komponen simetris yaitu sebesar 120° , lalu a biasanya digunakan untuk menyatakan operator yang menyebabkan perputaran sebesar 120° dalam arah yang berlawanan dengan arah jarum jam. Operator ini adalah bilangan kompleks yang besarnya satu dan sudutnya 120° dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$a = 1 < 120^{\circ} = -0.5 + j0.866$$

Bila operator a dikalikan pada fasa dua kali berturut-turut maka fasa itu diputar dengan sudut 240° dan untuk pergeseran tiga kali berturut-turut fasa akan diputar dengan sudut 360°

jadi :

$$a^2 = 1 \angle 240^\circ = -0,5 - j0,866$$

$$a^3 = 1 \angle 360^\circ = 1$$

Maka, untuk memperoleh komponen simetris urutan nol, positif dan negatif :

$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$I_{a0} = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c) \dots\dots\dots(3.2)$$

$$I_{a1} = \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c) \dots\dots\dots(3.3)$$

$$I_{a2} = \frac{1}{3}(I_a + a^2I_b + aI_c) \dots\dots\dots(3.4)$$

Dengan hal tersebut tidak mungkin untuk mensimulasikan seluruh kondisi dengan mempertimbangkan lokasi gangguan berbeda dalam satu waktu kejadian.

Proses pencarian input menggunakan rumus diatas untuk menentukan Iurutan dengan cara manual adalah sebagai berikut:

Pada gangguan tanggal 13 September 2004 pada saluran transmisi 150 kV di GI Kebonagung dengan arah GI Sengkaling Malang telah terjadi gangguan dengan $I_{\text{dasar}} = 115,6$ Ampere, $I_{\text{fasa R}} = 86$ Ampere, $I_{\text{fasa S}} = 0$ Ampere, $I_{\text{fasa T}} = 67$ Ampere dan $I_{\text{fasa N}} = 11$ Ampere. Berdasarkan perhitungan arus gangguan untuk perhitungan arus (per unit) komponen simetris diperoleh :

- $Ia = Ir / Id \Rightarrow 86 / 115,6 = 0,74$
- $Ib = Is / Id \Rightarrow 0 / 115,6 = 0$
- $Ic = It / Id \Rightarrow 67 / 115,6 = 0,58$
- $Il = In / Id \Rightarrow 11 / 115,6 = 0,095$
- $Ia0 = 1/3(Ia + Ib + Ic)$
 $= 1/3(0,74 + 0 + 0,58)$
 $= 0,44$
- $Ia1 = 1/3(Ia + aIb + a^2Ic)$
 $= 1/3(0,74 + 1\angle 120^\circ \cdot 0 + 1\angle 240^\circ \cdot 0,58)$
 $= 0,225$
- $Ia2 = 1/3(Ia + a^2Ib + aIc)$
 $= 1/3(0,74 + 1\angle 240^\circ \cdot 0 + 1\angle 120^\circ \cdot 0,58)$
 $= 0,225$

Jadi :

$$If_1 = 0,225$$

$$If_2 = 0,225$$

$$If_0 = 0,44$$

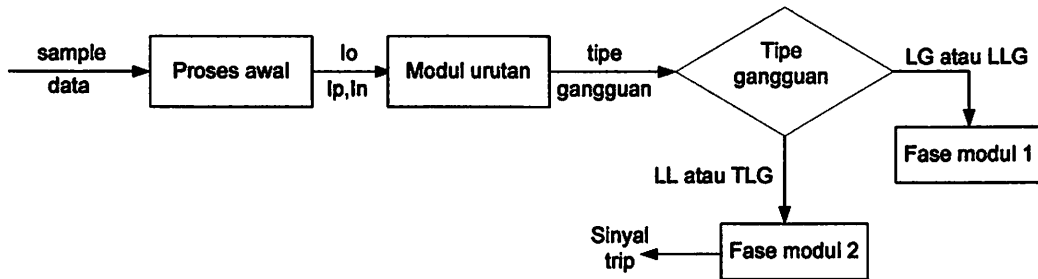
$$Il_n = 0,095$$

Untuk masukan fuzzy diperlukan nilai perbandingan antara If_2 / If_1 , If_0 / If_1 , If_1 / If_n , maka didapat :

- ❖ $ZP = If_2 / If_1 = 0,225 / 0,225 = 1$
- ❖ $NP = If_0 / If_1 = 0,44 / 0,225 = 1,955$
- ❖ $PC = If_1 / If_n = 0,225 / 0,095 = 2,368$

3.2. Sekema Kontrol

Sekema kontrol seluruh sistem penentuan jenis gangguan ditunjukkan oleh gambar berikut



Gambar 3.1

Skema Sistem Penentuan Jenis Gangguan

Sistem tersebut terdiri dari tiga modul, komponen rangkaian memberikan input pada modul rangkaian untuk memutuskan tipe gangguan berbeda, satu fasa ketanah, antar fasa, dua fasa ketanah, ketika keputusannya adalah satu fasa ketanah atau dua fasa ketanah maka dibutuhkan modul fasa satu, setelah itu modul fase 2 untuk menentukan fase gangguan fase ketanah dan seterusnya. Modul fasa 1 dan modul fase 2 juga menggunakan arus sebagai input, modul fase 1 menyampaikan output rangkaian sebagai faktor primer.

3.3. Percobaan dan pengujian modul rangkaian

3.3.1. Percobaan

Model *fuzzy-neuro* yang digunakan dengan bantuan MATLAB versi 7 dalam penentuan jenis gangguan. Selama proses percobaan, model *fuzzy-neuro* menggunakan data frekuensi arus gangguan antra GI Kebonagung dan GI Sengkling yang sudah diolah unuk inputan. Garis yang menghubungkan menunjukkan simbol aliran data. Fungsi kenggotan merupakan gambaran dari tipe gangguan yang berbeda. Maka inputan yang dibutuhkan adalah ZP, NP, dan PC. Dimana I_0 , I_1 , dan I_2 merupakan komponen rangkain arus nol, positif, dan negatif. Tipe variabel output, yang menunjukkan sifat dari gangguan, seluruh aturan diperoleh dari pelatihan *neuro-fuzzy*.

3.3.2. Pengujian

Pada percobaan *fuzzy-neuro* untuk menentukan jenis gangguan dengan data dari data frekuensi arus gangguan antra GI Kebonagung dan GI Sengkling yang diolah untuk mencri arus urutan atau sebgai inputan. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengevaluasi ketepatan dari penentuan jenis gangguan dengan menggunakan metode *neuro-fuzzy*.

3.3.3. Percobaan dan pengujin modul fase 1

Untuk membahas modul rangkaian, maka output dianggap sebagai input dari modul 1 dengan 3 inpuitan dan 1 output. Tipe gangguan 1 adalah LLG sedangkan tipe gangguan 2 adalah LG.

3.3. Percobaan dan pengujian modul rangkaian

3.3.1. Percobaan

Model *Wewo-Wewo* yang digunakan dengan bantuan *MATLAB* versi 7 dalam penentuan jenis gangguan. Selama proses percobaan, model *Wewo-Wewo* menggunakan data frekuensi arus gangguan antara GI Kebonagung dan GI Sengkling yang sudah diolah mark inputan. Garis yang menghubungkan menunjukkan simbol aliran data. Fungsi keyboard merupakan gambaran dari tipe gangguan yang berbeda. Maka inputan yang dibuktikan adalah ZP, NP, dan PC. Dimana I₀, I₁, dan I₂ merupakan komponen rangkaian arus nol, positif, dan negatif. Tipe variabel output yang menunjukkan sifat dari gangguan, selanjut akan diperoleh dari belahan *wewo-wewo*.

3.3.2. Pengujian

Pada percobaan *Wewo-Wewo* untuk menentukan jenis gangguan dengan data dari data frekuensi arus gangguan antara GI Kebonagung dan GI Sengkling yang diolah untuk mencari arus urutan akan sebagai inputan. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengevaluasi ketepatan dari penentuan jenis gangguan dengan menggunakan metode *wewo-wewo*.

3.3.3. Percobaan dan pengujian modul fase I

Untuk membahas modul rangkaian, maka output dianggap sebagai input dari modul I dengan 3 inputan dan 1 output. Tipe gangguan I adalah LIG, sedangkan tipe gangguan 2 adalah LG.

Pengujian sama seperti modul rangkaian untuk membandingkan hasilnya serta menunjukkan bahwa komponen rangkaian dihubungkan dengan arus fasa dapat membedakan dua fasa ketanah dari atau satu fasa ketanah secara efisien dan secara tepat.

3.3.4. Percobaan dan pengujian Modul fase 2

Ketika gangguan terjadi, arus fasa gangguan seringkali naik, sementara arus fasa non gangguan kurang terpengaruh. Serupa dengan modul 1 maka dapat digunakan teknik *fuzzy-neuro* untuk menentukan jenis gangguan dari besarnya arus 3 fasa. Modul 2 diuji ketika LL atau TLG terjadi pada titik lokasi berbeda. Hasil tersebut sangat sesuai dengan jenis gangguan

Pengujian sama seperti modul rangkaian untuk membandingkan hasilnya serta menunjukkan bahwa komponen rangkaian dihubungkan dengan arus fase dapat membedakan dua fase ketanah dari satu fase ketanah secara efisien dan secara tepat.

3.3.4. Percobaan dan pengujian Modul fase 2

Ketika gangguan terjadi, arus fase gangguan seringkali naik, sementara arus fase non gangguan kurang terpengaruh. Seperti dengan modul 1 maka dapat digunakan teknik Vektor untuk menentukan jenis gangguan dari besarnya arus 3 fase. Modul 2 diuji ketika L1 atau T1G terjadi pada titik lokasi berbeda. Hasil tersebut sangat sesuai dengan jenis gangguan

BAB IV

HASIL PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY-NEURO* PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB-SISTEM KEBONAGUNG

4.1. Program Komputer Menggunakan Metode *Fuzzy-Neuro*

Dalam penyelesaian masalah ini maka diperlukan bantuan program komputer dalam perhitungan yang membutuhkan ketelitian dan keakuratan.

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB 7 dan diaplikasikan pada komputer Pentium 4. dengan Prosesor 1,7 GHz, Memori 256 Mb.

4.1.1. Algoritma Program

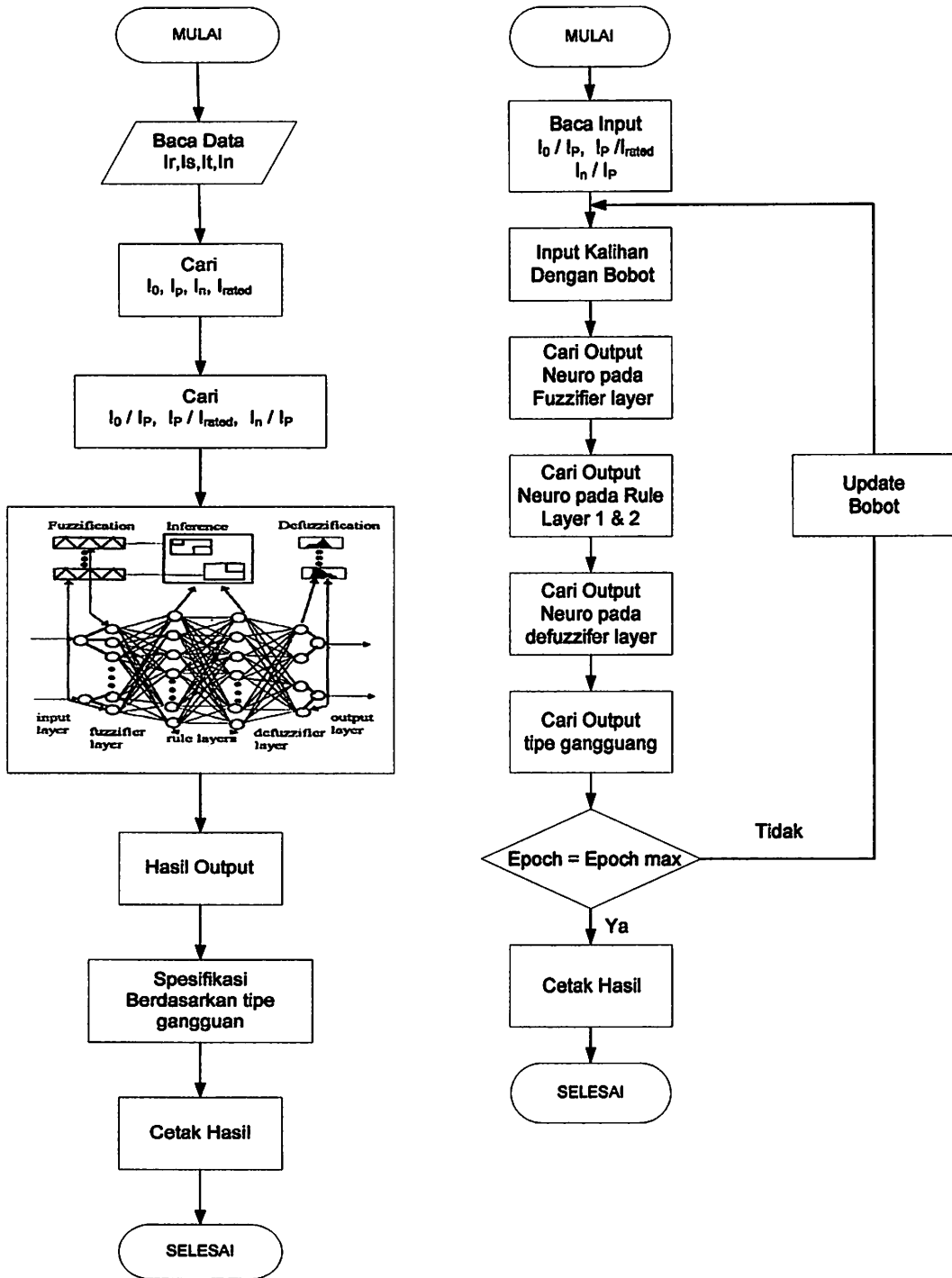
Algoritma program dasar permasalahan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Masukkan inputan data Arus yang meliputi I_r, I_s, I_t dan I_n
2. Lakukan proses perhitungan untuk menentukan arus urutan yang berupa I_o, I_p, I_n , serta penentuan NP, ZP, dan PC yang berfungsi sebagai inputan program.
3. Lakukan proses dengan menggunakan pendekatan metode *fuzzy-neuro*
4. Hasil proses *fuzzy-neuro* sebagai out put
5. Spesifikasi berdasar tipe gangguan
6. Cetak hasil
7. Berhenti

Algoritma Metode Fuzzy-Neuro

1. Masukkan inputan data berupa NP, ZP dan PC
2. Inputan sebagai kealian bobot
3. Cari output neuro pada fuzzifier layer
4. Cari output neuro pada rule layer
5. Cari output neuro pada defuzzier layer
6. Cari output gangguan
7. Apakah Epoc Maksimal ?
8. Jika Tidak maka perlu update bobot dan kembali ke 2
9. Jika Ya maka cetak hasil

FLOWCHART PROGRAM



4.2. Data survey arus fasa Ir,Is,It,dan In pada saluran tranmisi 150 kV sub-System Kebonagung

Tabel 4.1

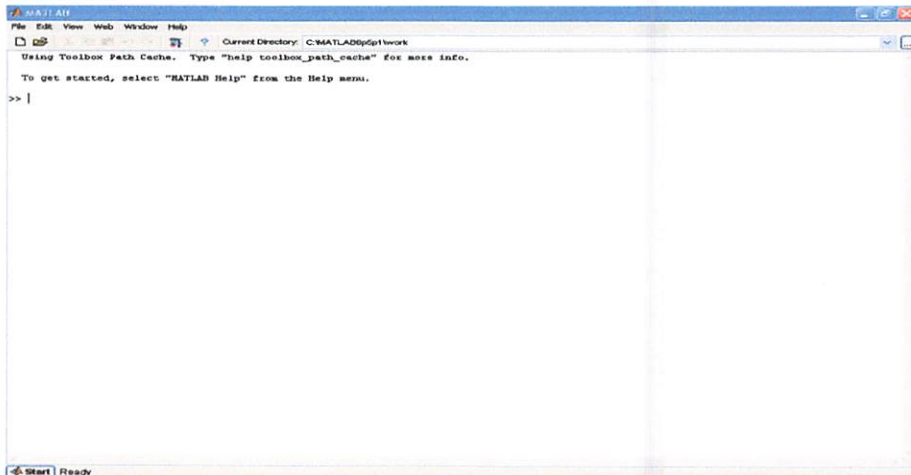
Data Frekuensi Arus Gangguan Saluran Transmisi 150 kV Sub-Sistem Kebonagung Dengan Arah GI Sengkaling

Tanggal Terjadi Gngguan	Waktu Trip	Id	Ir	Is	It	In	Tipe Gangguan
13-Sep-04	10.08	115,6	86	0	67	11	LLG
26-Oct-04	19.10	115,6	0	32	29	0	LG
26-Oct-04	20.26	115,6	88	0	76	11	LLG
26-Oct-04	21.35	115,6	87	0	72	11	LLG
27-Oct-04	09.30	115,6	85	43	0	10	LLG
29-Oct-04	12.40	115,6	87	54	0	11	LLG
29-Oct-04	16.00	115,6	85	0	62	10	LLG
4-Des-04	16.20	115,6	46	35	0	0	LG
4-Des-04	23.42	115,6	91	0	83	12	LLG
16-Des-04	02.37	115,6	0	23	23	0	LG
23-Des-04	15.35	115,6	23	0	0	0	LL

4.3. Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan

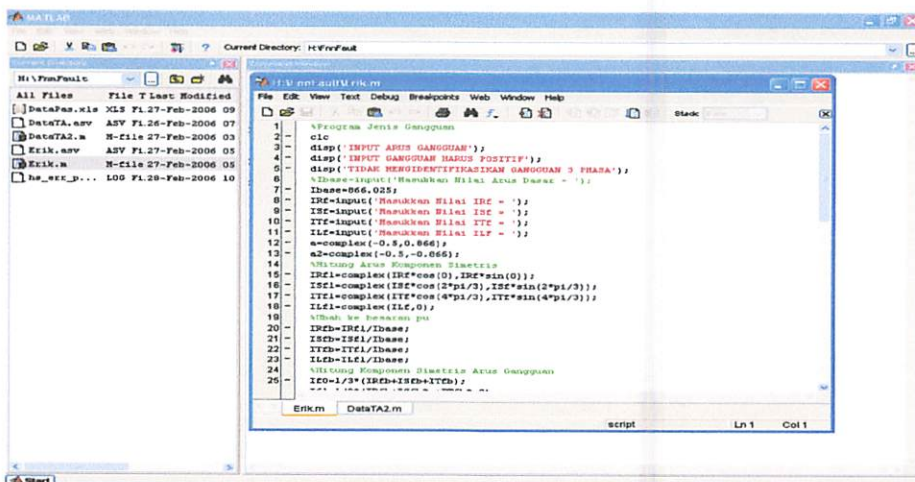
Prosedur menjalankan program untuk mencari komponen arus simetris menggunakan bahasa pemrograman MATLAB versi 7 dengan alur sebagai berikut

1. Menu utama dari program



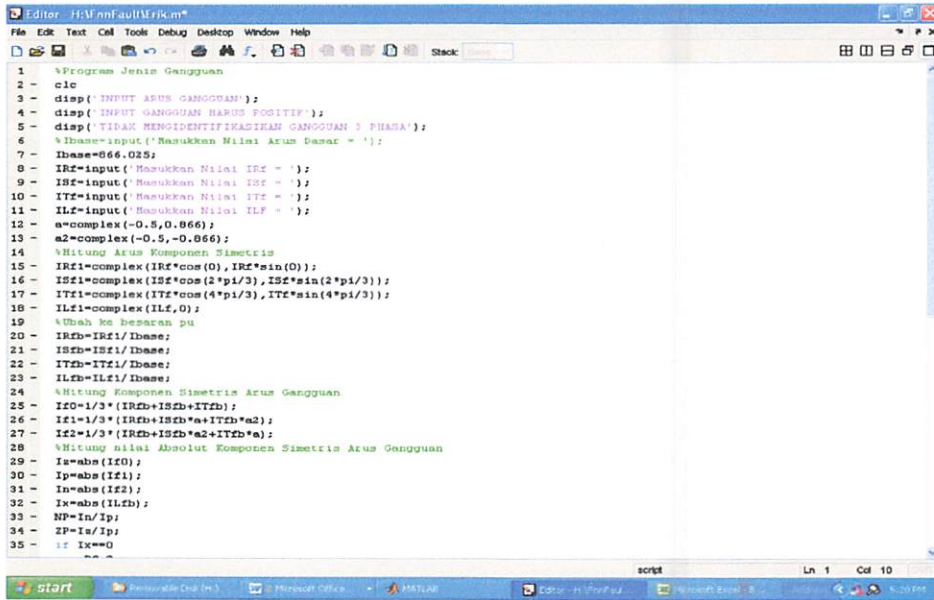
Gambar 4.1.
Menu Utama Program

2. Tekan open file, pilih Erik



Gambar 4.2.
Tampilan Menu File

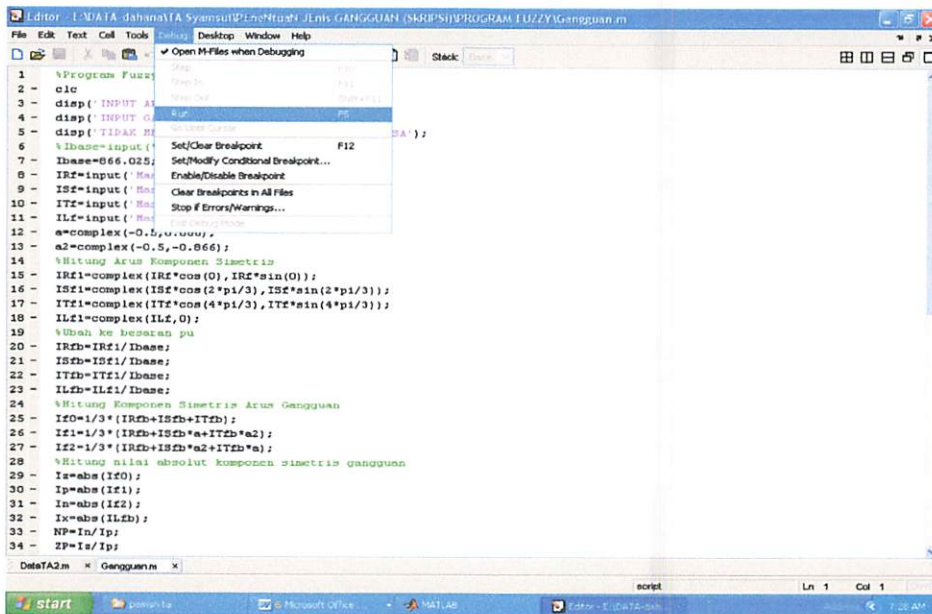
3. Tampilan Data Program



```
1 %Program Jenis Gangguan
2 -clc
3 -disp(' INPUT ARUS GANGGUAN');
4 -disp(' INPUT GANGGUAN HARUS POSITIF');
5 -disp(' TIDAK MENGENAL GANUGUAN ? PHASA');
6 %Ibase=input('Masukkan Nilai Arus Dasar = ');
7 -Ibase=066.025;
8 -IRf=input('Masukkan Nilai IRf = ');
9 -ISf=input('Masukkan Nilai ISf = ');
10 -ITf=input('Masukkan Nilai ITf = ');
11 -ILf=input('Masukkan Nilai ILf = ');
12 -a=complex(-0.5,0.866);
13 -a2=complex(-0.5,-0.866);
14 %Hitung Arus Komponen Simetris
15 -IRf1=complex(IRf*cos(0), IRf*sin(0));
16 -ISf1=complex(ISf*cos(2*pi/3), ISf*sin(2*pi/3));
17 -ITf1=complex(ITf*cos(4*pi/3), ITf*sin(4*pi/3));
18 -ILf1=complex(ILf,0);
19 %Ubah ke besaran pu
20 -IRfb=IRf1/Ibase;
21 -ISfb=ISf1/Ibase;
22 -ITfb=ITf1/Ibase;
23 -ILfb=ILf1/Ibase;
24 %Hitung Komponen Simetris Arus Gangguan
25 -If0=1/3*(IRfb+ISfb+ITfb);
26 -If1=1/3*(IRfb+ISfb*a+ITfb*a2);
27 -If2=1/3*(IRfb+ISfb*a2+ITfb*a);
28 %Hitung nilai Absolut Komponen Simetris Arus Gangguan
29 -Ia=abs(If0);
30 -Ip=abs(If1);
31 -In=abs(If2);
32 -Ix=abs(ILfb);
33 -NP=In/Ip;
34 -ZP=Is/Ip;
35 -if Ix==0
```

Gambar 4.3.
Tampilan Program

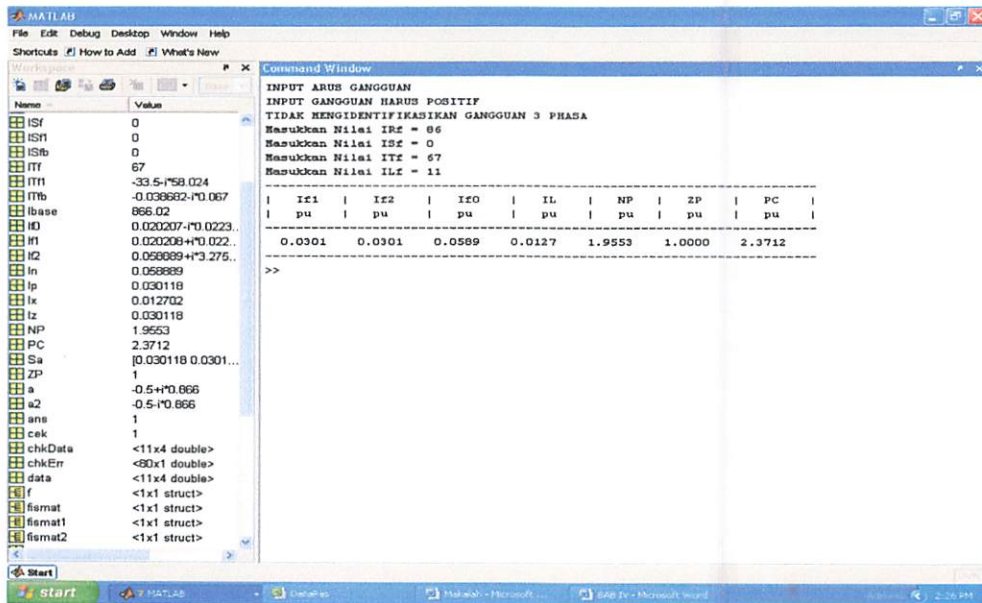
4. Kemudian tekan tombol F5



```
1 %Program Fuzz
2 -clc
3 -disp(' INPUT AR
4 -disp(' INPUT G
5 -disp(' TIDAK ME
6 %Ibase=input('
7 -Ibase=066.025;
8 -IRf=input(' Ma
9 -ISf=input(' Ma
10 -ITf=input(' Ma
11 -ILf=input(' Ma
12 -a=complex(-0.5,0.866);
13 -a2=complex(-0.5,-0.866);
14 %Hitung Arus Komponen Simetris
15 -IRf1=complex(IRf*cos(0), IRf*sin(0));
16 -ISf1=complex(ISf*cos(2*pi/3), ISf*sin(2*pi/3));
17 -ITf1=complex(ITf*cos(4*pi/3), ITf*sin(4*pi/3));
18 -ILf1=complex(ILf,0);
19 %Ubah ke besaran pu
20 -IRfb=IRf1/Ibase;
21 -ISfb=ISf1/Ibase;
22 -ITfb=ITf1/Ibase;
23 -ILfb=ILf1/Ibase;
24 %Hitung Komponen Simetris Arus Gangguan
25 -If0=1/3*(IRfb+ISfb+ITfb);
26 -If1=1/3*(IRfb+ISfb*a+ITfb*a2);
27 -If2=1/3*(IRfb+ISfb*a2+ITfb*a);
28 %Hitung nilai absolut komponen simetris gangguan
29 -Ia=abs(If0);
30 -Ip=abs(If1);
31 -In=abs(If2);
32 -Ix=abs(ILfb);
33 -NP=In/Ip;
34 -ZP=Is/Ip;
```

Gambar 4.4.
Tampilan Program

5. Tampilan hasil Program



Gambar 4.5
Tampilan Hasil Program

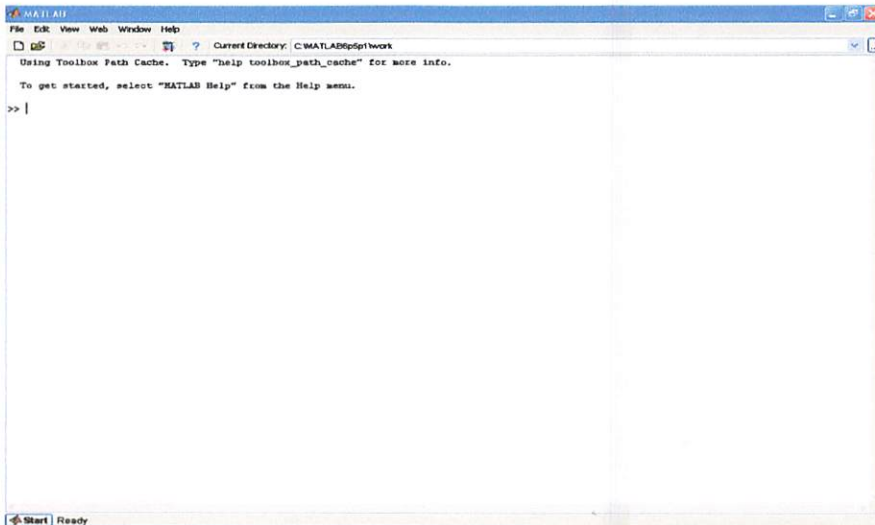
Tabel 4.2.
Hasil Prehitungan Program

No	If1	If2	Ifo	NP	ZP	PC
1	0.225	0.225	0.441	1,955	1	2.371
2	0.088	0.088	0.175	1,993	1	0
3	0.238	0.238	0.473	1,984	1	2.505
4	0.232	0.232	0.458	1,974	1	2.441
5	0.212	0.212	0.369	1,738	1	2.454
6	0.219	0.219	0.406	1,853	1	2.305
7	0.219	0.219	0.233	1,930	1	2.538
8	0.120	0.120	0.233	1,947	1	0
9	0.251	0.251	0.501	1,994	1	2.42
10	0.066	0.066	0.132	2	1	0
11	0.066	0.066	0.066	1	1	0

Untuk mencari jenis gangguan maka perlu metode *fuzzy-neuro* dengan menggunakan inputan data diatas dengan menjalankan program perhitungan

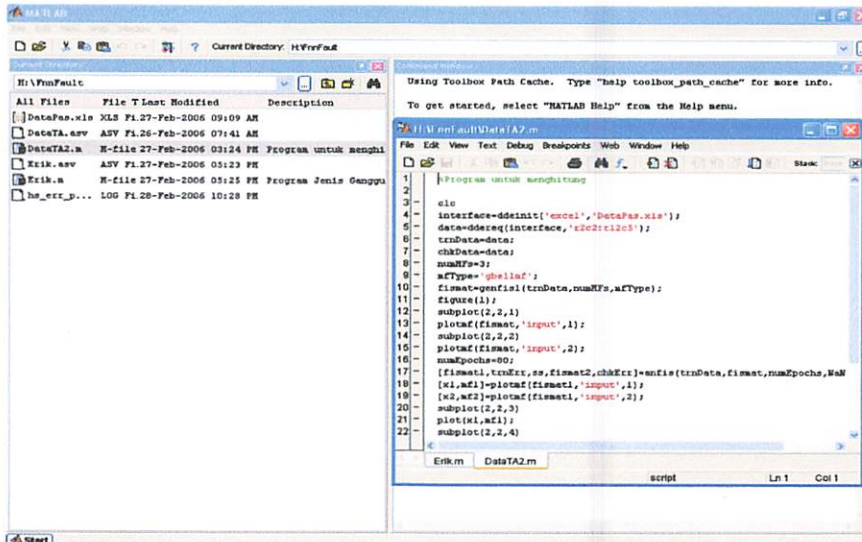
dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB versi 7 dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Menu utama dari program



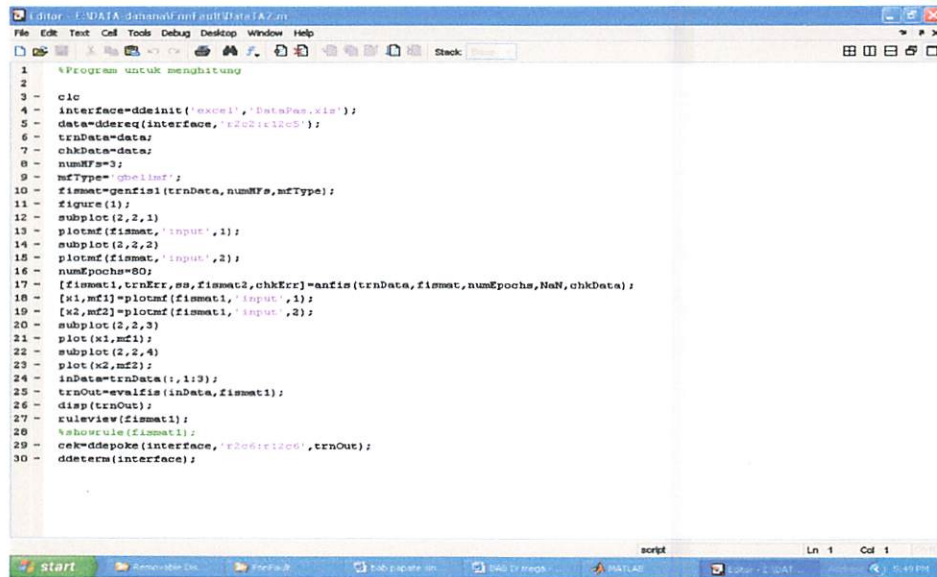
Gambar 4.6.
Menu Utama Program

2. Tekan open file, pilih Data Ta2



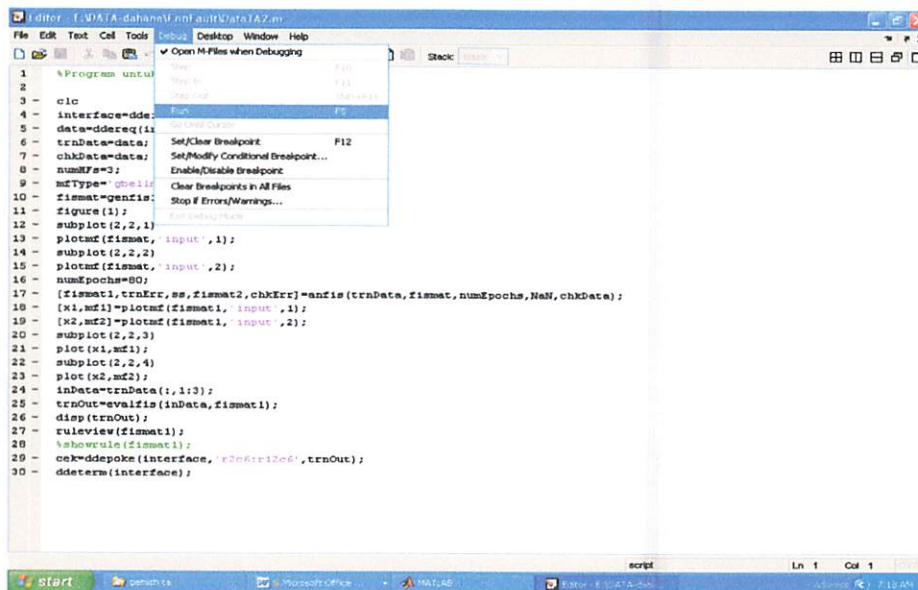
Gambar 4.7.
Tampilan Menu File

3. Tampilan Data Program



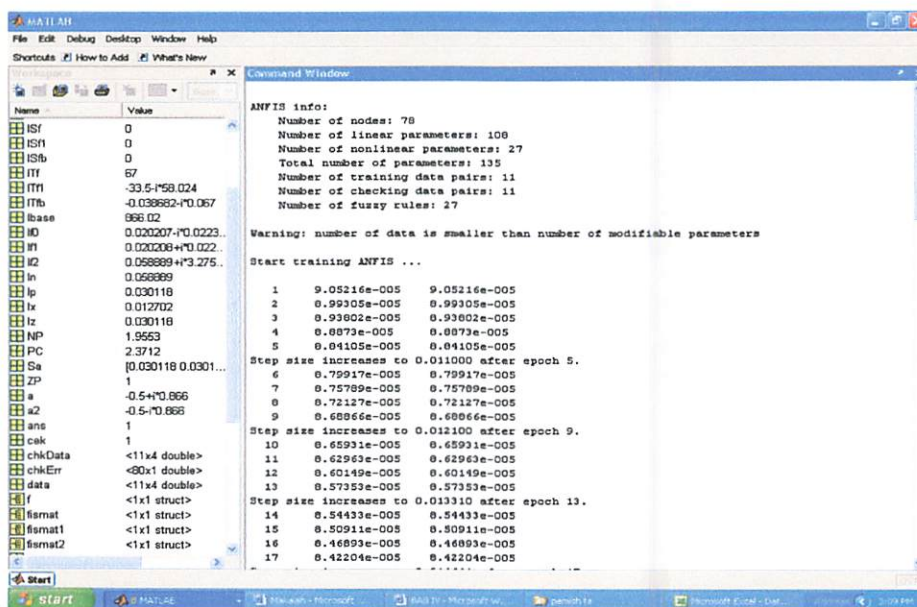
Gambar 4.8.
Tampilan Program

2. Kemudian tekan tombol F5

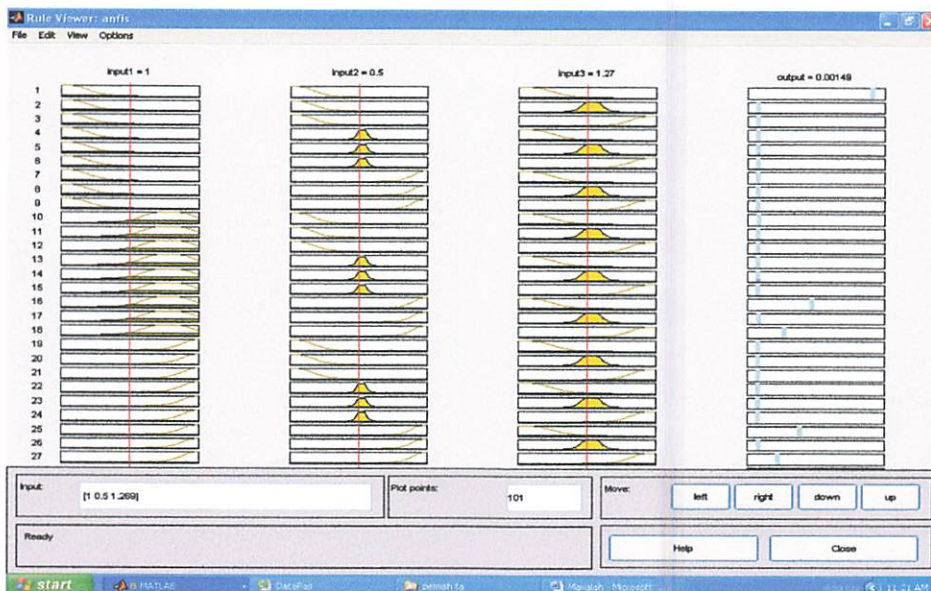


Gambar 4.9.
Tampilan Program

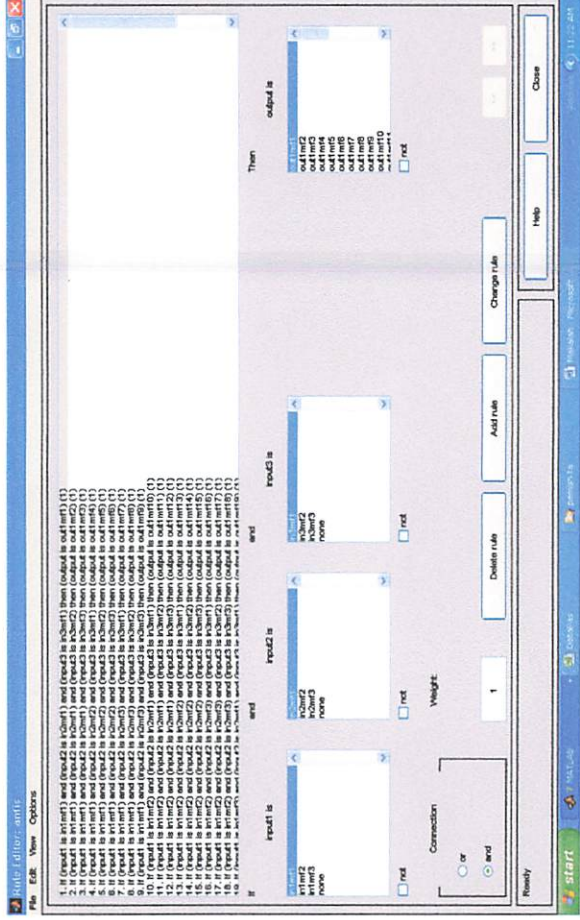
3. Hasil keluaran program untuk meneuntukan output



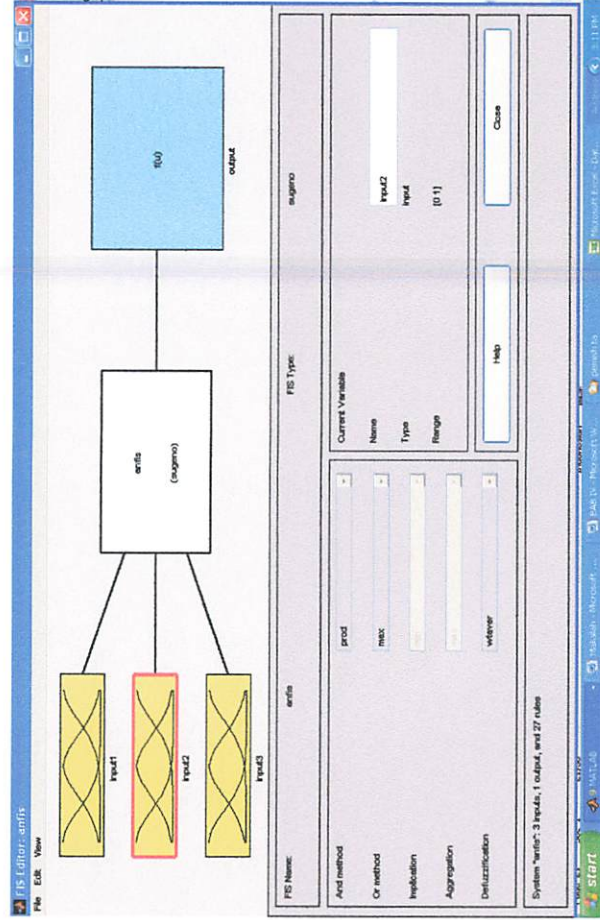
Gambar 4.10.
Tampilan Hasil Program



Gambar 4.11.
Tampilan Rule ANFIS



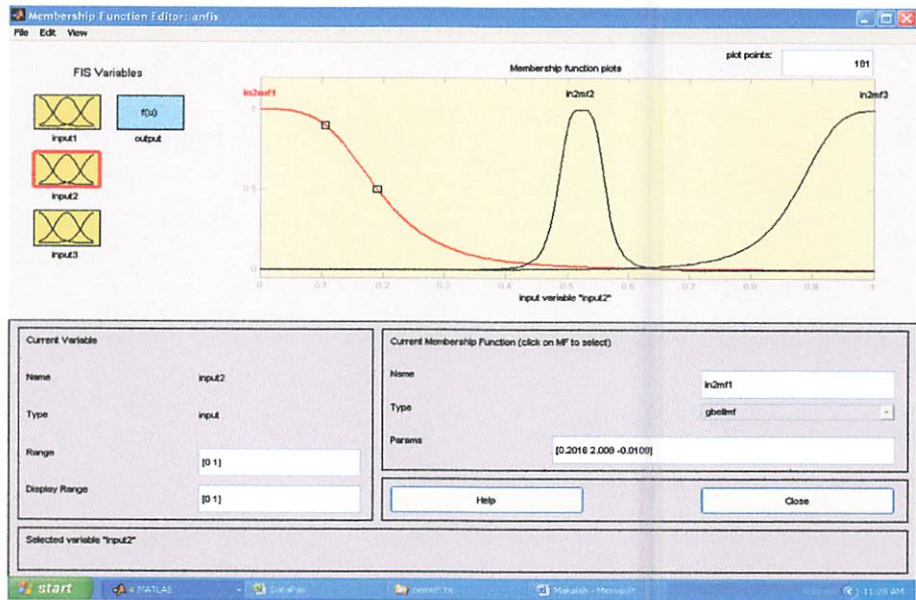
Gambar 4.12. Tampilan Rule Editor ANFIS



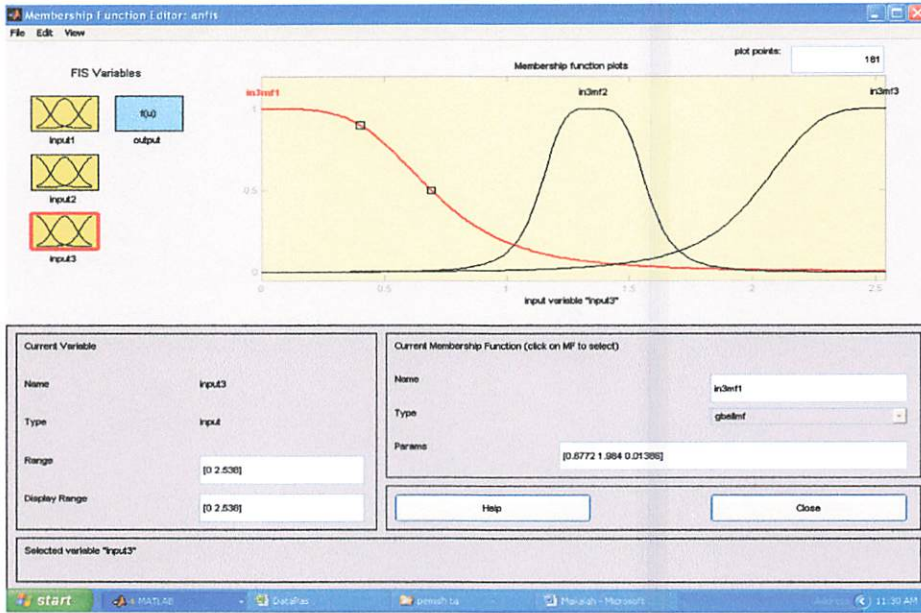
Gambar 4.13. Tampilan Srtuktur Anfis



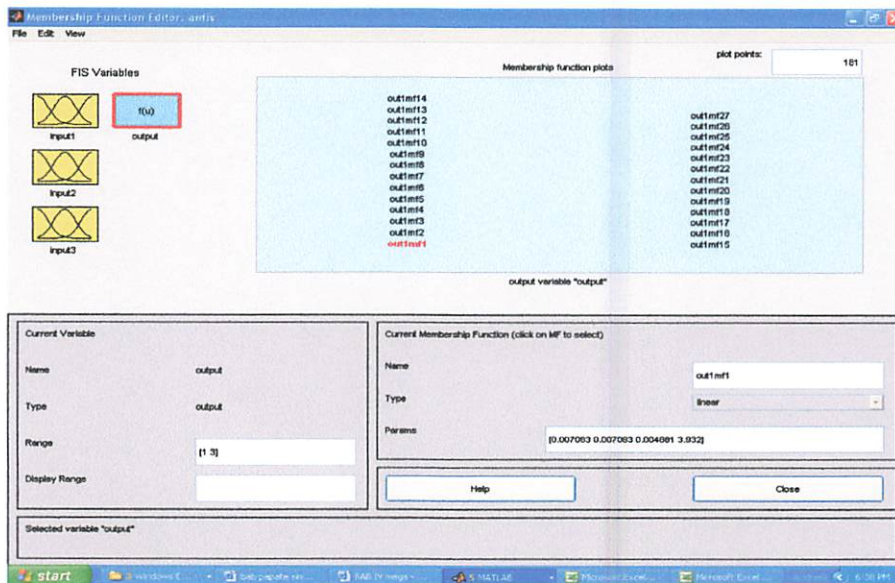
Gambar 4.14
Tampilan Data Iputan NP



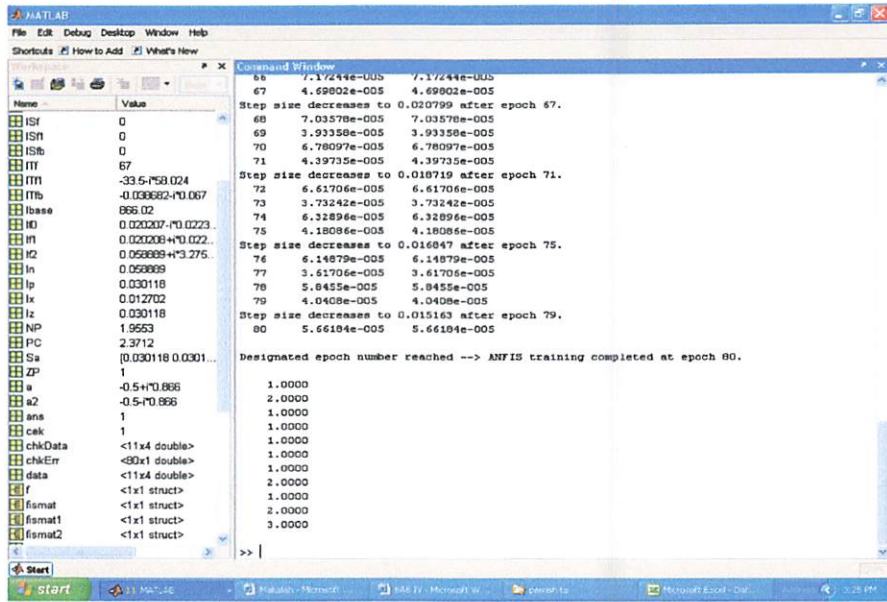
Gambar 4.15.
Tampilan Data Iputan ZP



Gambar 4.16.
Tampilan Data Inputan PC



Gambar 4.17.
Tampilan Data Output



Gambar 4.18.
Hasil Program

Tabel 4.3.
Hasil Perhitungan dengan Menggunakan Metode Fuzzy-Neuro

NO	OTPUT(RAMAL)
1	1
2	2
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	2
9	1
10	2
11	3

Adapun keterangan spesifikasi jenis gangguan berdasar kode adalah sebagai berikut:

- Tipe 1 untuk kode jenis gangguan dua fasa ketanah *LLG (line to line to ground)*

- Tipe 2 untuk kode jenis gangguan satu fasa ketanah *L G (line to ground)*
- Tipe 3 untuk kode jenis gangguan antar fasa *L L (line to line)*

Tabel 4.4.
Hasil Perbandingan Data Survey Dengan Metode Fuzzy-Neuro

Hasil Data Survey							Metode Fuzzy-Neuro
Id	lr	ls	lt	ln	Tipe Gangguan	Tipe	Ramal
115,6	86	0	67	11	LLG	1	1
115,6	0	32	29	0	LG	2	2
115,6	88	0	76	11	LLG	1	1
115,6	87	0	72	11	LLG	1	1
115,6	85	43	0	10	LLG	1	1
115,6	87	54	0	11	LLG	1	1
115,6	85	0	62	10	LLG	1	1
115,6	46	35	0	0	LG	2	2
115,6	91	0	83	12	LLG	1	1
115,6	0	23	23	0	LG	2	2
115,6	23	0	0	0	LL	3	3

BAB V

PENUTUP

Sebagai penutup pembahasan skripsi akan dipaparkan dari seluruh rangkaian pelaksanaan skripsi ini, yang berintikan usaha untuk mewujudkan proses dalam mengidentifikasi suatu gangguan dengan menggunakan metode *fuzzy-neuro*.

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa perhitungan dengan metode *fuzzy-neuro* menggunakan bantuan bahasa komputer METLAB versi 7 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahwa gangguan pada saluran transmisi 150 kV sub-sistem Kebonagung yaitu tipe 1 (LLG), tipe 2 (LG) dan tipe 3 (LL) dapat ditentukan dengan menggunakan metode *fuzzy-neuro*.

5.2. Saran

Untuk perkembangan lebih lanjut dari skripsi ini disarankan bahwa :

1. Melanjutkan analisa penentuan *type* gangguan untuk dikembangkan lebih lanjut maka diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menentukan titik lokasi gangguan ataupun lokasi jarak gangguan berdasarkan data pengukuran arus dan tegangan pada saat gangguan.
2. Mencoba dengan sistem perancangan lain sehingga dimungkinkan untuk mendapatkan beberapa alternatif perancangan yang mungkin akan dikembangkan dan diterapkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Huisheng Wang and W.W.L. Keerthipala “*Fuzzy-Neuro Approach to Fault Classification for Transmission Line Protection*“, IEEE Transaction on Power Delivery, Vol 13. No. 4. October 1998.

Kusumadewi, Sri,”**Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab**“, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.

Stevenson William Jr, “**Analisa Sistem Tenaga Listrik**“, edisi keempat, 1994.

Thomas Sri Widodo, “**Sistem Neuro Fuzzy**“, Penerbit Graha Ilmu, Yogya 2003.

DAFTAR PUSTAKA

- Huisberg Wang and W.W.L. Kerdjipals "Fuzzy-Neuro Approach to Fault Classification for Transmission Line Protection", IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 13, No. 4, October 1998.
- Kusumadewi Sri "Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.
- Stevenson William Jr "Analisa Sistem Tenaga Listrik", edisi keempat, 1994.
- Thomas Sri Wibodo "Sistem Neuro Fuzzy", Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003.

LAMPIRAN

LAMPYRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : MEGA DHAHANA
Nim : 00.12.151
Masa Bimbingan : 21 DESEMBER 2005 s/d 21 JUNI 2006
Judul Skripsi : PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN
MENGUNAKAN METODA PENDEKTAN FUZZY-
NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV
SUB-SISTEM KEBONAGUNG

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	15-Maret-04	Metode penulisan skripsi tidak sesuai standart	
2.	17-Maret-04	Pada Bab I tujuan belum sesuai dengan kesimpulan	
3.	17-Maret-04	Pada Bab II parameter yang menunjang metode kurang lengkap	
4.	17-Maret-04	Pada Bab III penjelasan analisa mengenai metode belum lengkap	
5.	17-Maret-04	Pada Bab VI daftar gambar diberi keterangan	
6.	17-Maret-04	Pada Bab V kesimpulan tidak sesuai dengan tujuan	
7.	20-Maret-04	Revisi Flowchart	
8.	20-Maret-04	Revisi data tabel hasil	
9.	20-Maret-04	Memperjelas metode <i>fuzzy-neuro</i>	
10.			

Malang, 2006
Dosen Pembimbing,


Ir. Choirul Saleh, MT

Form.S-4b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : MEGA DHAHANA
2. N.I.M. : 00.12.151
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul : PENENTUAN JENIS GANGGUAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
PENDEKTAN *FUZZY-NEURO* PADA
SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB-
SISTEM KEBONAGUNG
6. Tanggal Mengajukan Skripsi : 20 Oktober 2005
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 20 Maret 2006
8. Dosen Pembimbing : Ir. Choirul Saleh, MT
9. Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 85,00 (Delapan Puluh Lima Koma Nol) 

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 9500 274

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y.101 880 0190



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : MEGA DHAHANA
N.I.M. : 00.12.151
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skrip : PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE PENDEKTAN
FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI
150 kV SUB-SISTEM KEBONAGUNG

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

Hari : Rabu
Tanggal : 22 Maret 2006
Dengan Nilai : 79 (B+) *hm*

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Penguji

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
NIP. Y. 101 8100 036

Sekretaris Majelis Penguji

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 103 9500 274

Anggota Penguji

Penguji Pertama

(Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE)
NIP. P. 103 900 0208

Penguji Kedua

(Ir. I Made Wartana, MT)
NIP. 131 991 182



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Rabu
Tanggal : 22 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : MEGA DHAHANA
2. N.I.M. : 00.12.151
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul : PENENTUAN JENIS GANGGUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PENDEKTAN FUZZY-NEURO PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB-SISTEM KEBONAGUNG

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Acuan jurnal seharusnya dicantumkan pada baris pertama pada daftar pustaka	
2	Perlu disampikn pada manfaat hasil kerja skripsi ini (lihat introduction pada jurnal)	
3	Perlu disempurnakan untuk menunjukkan kwalits metode yang digunakan	

Anggota Penguji

Penguji Pertama

(Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE)
NIP. P. 103 906 0208

Penguji Kedua

(Ir. I Made Wartana, MT)
NIP. 131 991 182

Dosen Pembimbing

(Ir. Choirul Saleh, MT)
NIP.Y.101 880 0190



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 : MGA DAHAN A
NIM : 0012151
Perbaikan meliputi :

Kesimpulan perlu di simpulkan
juga menunjukkan kualitas
metode yg digunakan.

Malang, 22 MARET 2006


(I. MADE WARTANA)



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 :

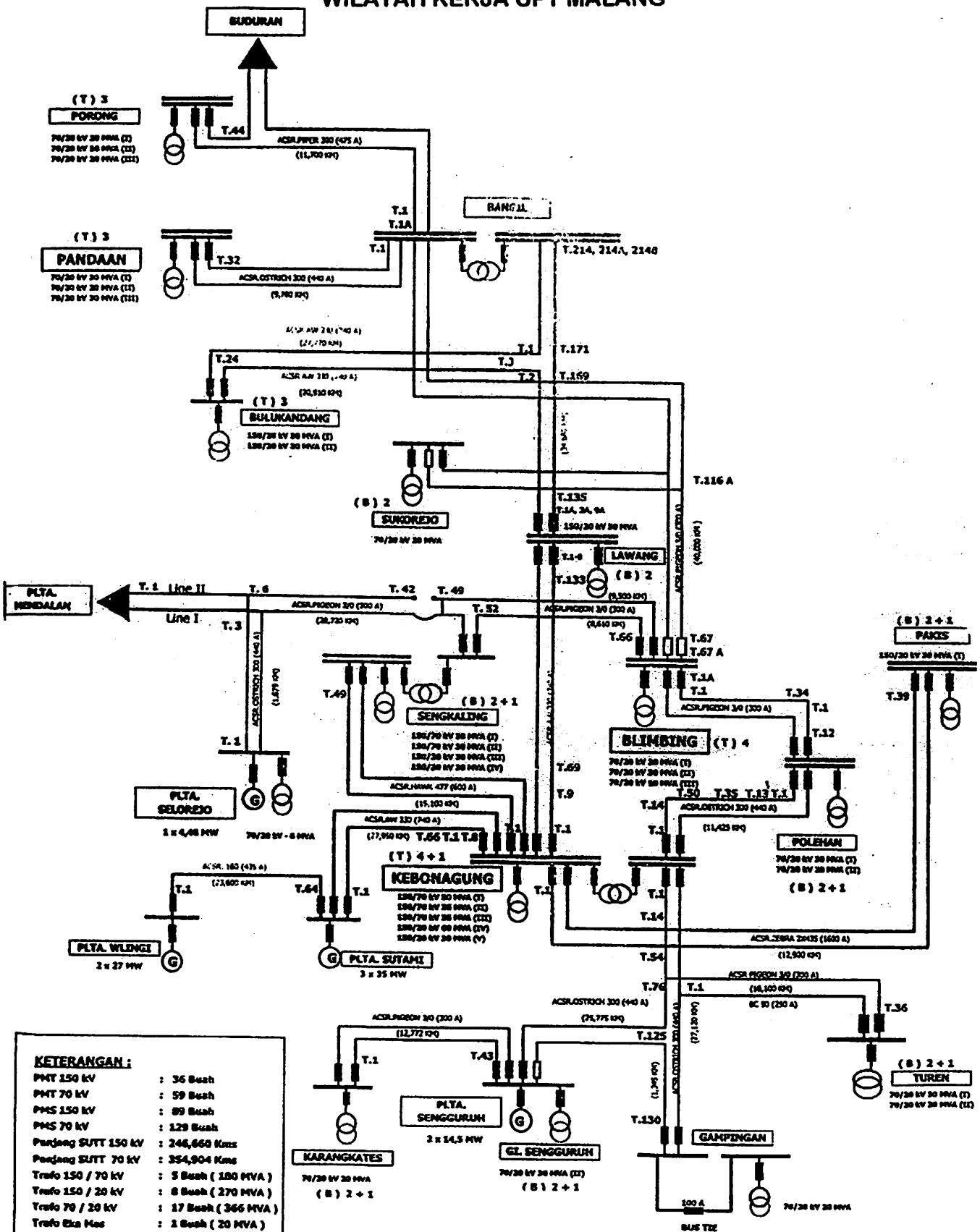
NAMA : MEGA DHANA.
NIM : 0012151
Perbaikan meliputi :

1. Acuan Journal science dicantumkan pada cover sebelum pada Daftar Pustaka
2. Perlu disimpulkan apa manfaat hasil baji Skripsi ini (lihat Introduction pada Journal)

Malang, 22/03/2006

(Dr. H. ALMI ZANI ABDULLAH) ST, SE

SINGLE LINE DIAGRAM WILAYAH KERJA UPT MALANG



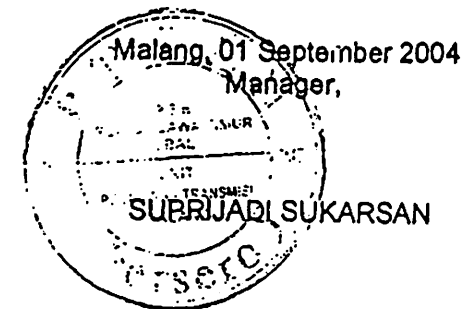
- KETERANGAN :**
- PMT 150 kV : 36 Buah
 - PMT 70 kV : 59 Buah
 - PMS 150 kV : 89 Buah
 - PMS 70 kV : 129 Buah
 - Panjang SUTT 150 kV : 246,660 Km
 - Panjang SUTT 70 kV : 354,904 Km
 - Trafo 150 / 70 kV : 5 Buah (180 MVA)
 - Trafo 150 / 20 kV : 8 Buah (270 MVA)
 - Trafo 70 / 20 kV : 17 Buah (366 MVA)
 - Trafo Eka Mes : 1 Buah (20 MVA)
 - Jumlah Tower 150 kV : 418 Buah
 - Jumlah Tower 70 kV : 506 Buah
 - Mendor Line 150 kV : 17 Orang
 - Mendor Line 70 kV : 21 Orang
 - 16 Gardu Induk : 13 GI D'Jaga
 - : 2 GI Op. P38
 - : 1 GI Tidak D'Jaga

PT. PLN (PEPSERO) P38 REGION JAWA TIMUR DAN BALI UNIT PELAYANAN TRANSMISI MALANG			
DIGAMBAR	DIPERIKSA	DISETUJUI	TANGGAL
			20 Januari 2003

LAPORAN GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV DI GI KEBONAGUNG

BULAN: Agustus 2004

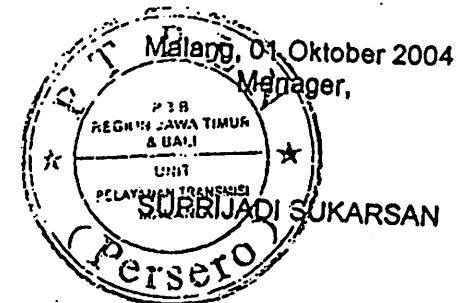
NO	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id (A)	Arus Fasa R Ir (A)	Arus Fasa S Is (A)	Arus Fasa T It (A)	Arus Fasa N In (A)
1.	11 Agustus 2004	13.55	115,6	32	0	0	32
2.	26 Agustus 2004	10.08	115,6	86	0	67	12
3.	28 Agustus 2004	14.16	115,6	41	0	0	41



LAPORAN GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV DI GI KEBONAGUNG

BULAN : September 2004

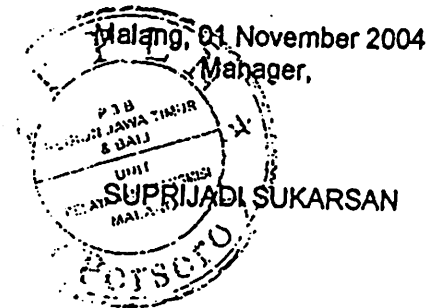
NO	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id (A)	Arus Fasa R Ir (A)	Arus Fasa S Is (A)	Arus Fasa T It (A)	Arus Fasa N In (A)
1.	13 September 2004	10.08	115,6	86	0	67	11
2.	16 September 2004	08.48	115,6	16	0	0	23



LAPORAN GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV DI GI KEBONAGUNG

BULAN : Oktober 20034

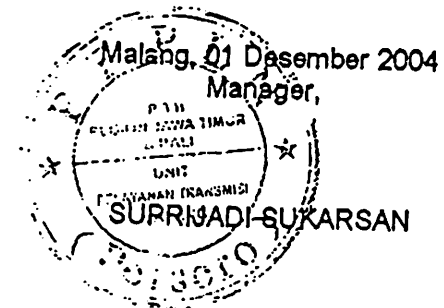
NO	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id (A)	Arus Fasa R Ir (A)	Arus Fasa S Is (A)	Arus Fasa T It (A)	Arus Fasa N In (A)
1	26 Okt 2004	19.10	115,6	0	32	29	0 ✓
2	26 Okt 2004	20.26	115,6	88	0	76	11
3	26 Okt 2004	21.35	115,6	87	0	72	11
4	27 Okt 2004	09.30	115,6	85	43	0	10
5	29 Okt 2004	12.40	115,6	87	54	0	11
6	29 Okt 2004	16.00	115,6	85	0	62	10



LAPORAN GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV DI GI KEBONAGUNG

BULAN : NOVEMBER 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)
	-- NIHIL --						

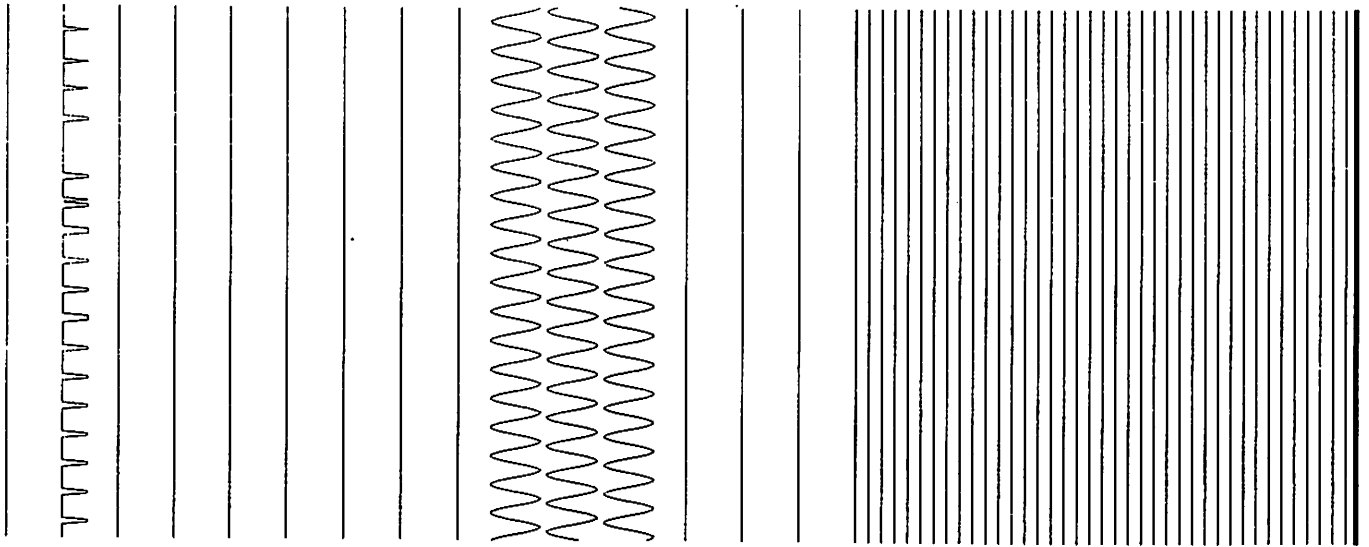


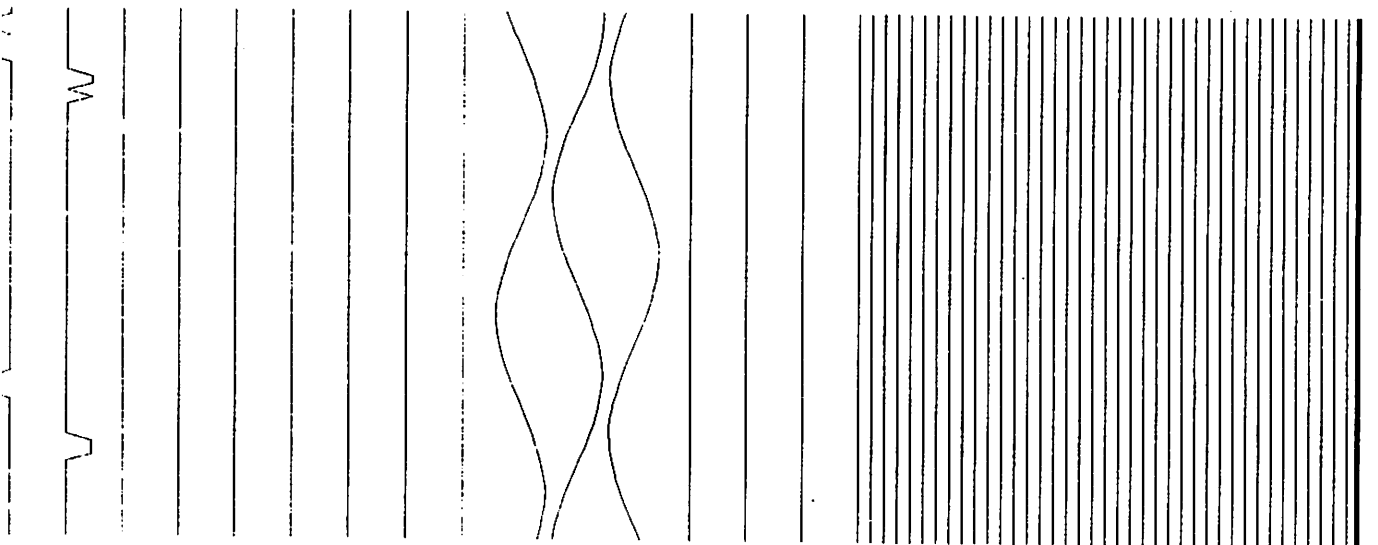
LAPORAN GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV DI GI KEBONAGUNG

BULAN : DESEMBER 2004

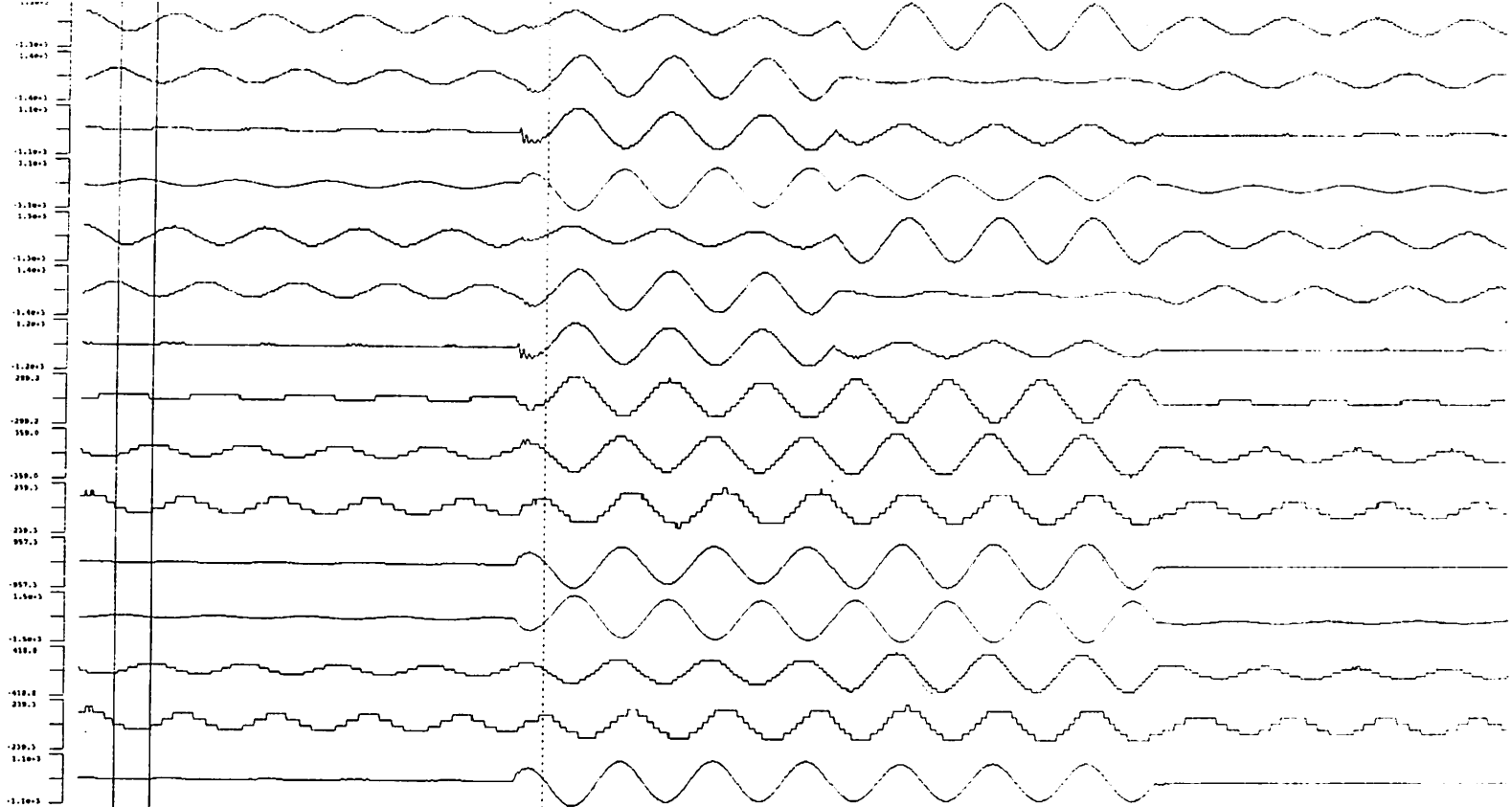
NO	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id (A)	Arus Fasa R Ir (A)	Arus Fasa S Is (A)	Arus Fasa T It (A)	Arus Fasa N In (A)
1.	4 Desember 2004	18.20	115,6	46	35	0	0
2.	4 Desember 2004	23.42	115,6	91	0	83	12
3.	16 Desember 2004	02.37	115,6	0	23	23	0







-329.071	119.662	A	IS SWHAN 1
478.648	-329.071	A	IT SWHAN 1
0.000	119.662	A	IN SWHAN 1
119.662	358.986	A	IR SWHAN 2
-329.071	119.662	A	IS SWHAN 2
478.648	-329.071	A	IT SWHAN 2
0.000	0.000	A	IN SWHAN 2
59.831	0.000	A	IR SBYRT 1
-44.873	119.662	A	IS SBYRT 1
0.000	-44.873	A	IT SBYRT 1
0.000	0.000	A	IN SBYRT 1
119.662	0.000	A	IR SBYRT 2
-44.873	119.662	A	IS SBYRT 2
0.000	-44.873	A	IT SBYRT 2
0.000	0.000	A	IN SBYRT 2



=====	=====	CB PHASE A SWHAN 1
=====	=====	CB PHASE B SWHAN 1
=====	=====	CB PHASE C SWHAN 1
=====	=====	DIST CAR SEND SWHAN 1
=====	=====	CB PHASE A SWHAN 2
=====	=====	CB PHASE B SWHAN 2
=====	=====	CB PHASE C SWHAN 2
=====	=====	DIST CAR SEND SWHAN 2
=====	=====	CB PHASE A SBYRT 1
=====	=====	CB PHASE B SBYRT 1
=====	=====	CB PHASE C SBYRT 1
=====	=====	DIST CAR SEND SBYRT 1
=====	=====	CB PHASE A SBYRT 2
=====	=====	CB PHASE B SBYRT 2
=====	=====	CB PHASE C SBYRT 2
=====	=====	DIST CAR SEND SBYRT 2
=====	=====	DIST ANY TRIP SWHAN 1
=====	=====	DIST ZONE 2 SWHAN 1
=====	=====	DIST CAR RECEIVED SWHAN1
=====	=====	O C R SWHAN 1
=====	=====	DIST ANY TRIP SWHAN 2
=====	=====	DIST ZONE 2 SWHAN 2
=====	=====	DIST CAR RECEIVED SWHAN2
=====	=====	O C R SWHAN 2
=====	=====	DIST ANY TRIP SBYRT 1
=====	=====	DIST ZONE 2 SBYRT 1
=====	=====	DIST CAR RECEIVED SBYRT1
=====	=====	O C R SBYRT 1
=====	=====	DIST ANY TRIP SBYRT 2
=====	=====	DIST ZONE 2 SBYRT 2
=====	=====	DIST CAR RECEIVED SBYRT2
=====	=====	O C R SBYRT 2
=====	=====	JOC CH 1,2,3 SAMP 1.2
=====	=====	JOC CH 5,6,7 SAMP 1.2
=====	=====	JOC CH 9,10,11 SAMP 1.2
=====	=====	JOC CH 13,14,15 SAMP 1.2
=====	=====	JOC CH 4,8,12 IAMP 1.5
=====	=====	JOC 2AMP
=====	=====	EXTERNAL START
=====	=====	DATA CHECKSUM ERROR

