

SKRIPSI

ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE *A FUZZY - GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20KV DI GI PAKIS MALANG



**Disusun Oleh :
SIGIT PRASETYO
00.12.057**

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

2008

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN
MENGUNAKAN METODE A FUZZY – GENETIC
ALGORITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20KV DI GI
PAKIS MALANG**

SKRIPSI

*Disusun Untuk Melengkapi Dan Memenuhi Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

**SIGIT PRASETYO
NIM : 00 12 057**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I,**

**Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 101 8700 151**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing II,**

**Ir. Djojo Priatmono, MT
NIP. Y. 101 8500 107**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

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

PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

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



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : SIGIT PRASETYO
N.I.M. : 00.12.057
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *A FUZZY-
GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM
DISTRIBUSI RADIAL 20KV DI GI PAKIS
MALANG

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

Hari : Kamis
Tanggal : 25 September 2008
Dengan Nilai : 74.55 (B+) *84*



Ketua Majelis Penguji

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

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 103 8900 209

Penguji Kedua

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP. Y. 102 8400 082

ABSTRAKSI

ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE A FUZZY-GENETIC ALGORITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20 KV DI GI PAKIS MALANG

(Sigit Prasetyo, 00.12.057, Teknik Elektro S-1/T. Energi Listrik)

(Dosen Pembimbing I : Ir. H. Taufik Hidayat, MT)

(Dosen Pembimbing II : Ir. Djojo Priatmono, MT)

Kata Kunci : Penempatan Kapasitor ,Fuzzy- Genetika Algoritma

Pada penelitian ini mempresentasikan model *A Fuzzy-GA*. Dasar dari metode tersebut digambarkan dan diaplikasikan untuk permasalahan penempatan kapasitor yang optimal dalam sebuah jaringan distribusi radial. Bagaimana menentukan lokasi dan ukuran secara optimal dari kapasitor untuk mengkompensasikan daya reaktif yang dibutuhkan beban sehingga dapat mengurangi rugi-rugi daya dan memperbaiki tegangan. Dengan software *MATLAB 7.0.1* dimana sebelum penempatan kapasitor tegangan sebesar *0.94591 pu* dan setelah penempatan kapasitor terjadi *0.95862 pu*. Diujikan pada Penyulang Tumpang , jumlah bus 129 dan saluran 128. Di G I Pakis Malang.

Metodologi yang digunakan dalam mengatasi permasalahan mengenai penempatan kapasitor adalah pendekatan *fuzzy genetik*. Lokasi kapasitor yang terbaik ditentukan dengan menggunakan teori tatanan *fuzzy* dan penyesuaian kapasitor diperoleh berdasarkan pada *algoritma genetik*. Tujuan dari metode *A Fuzzy-GA* ini adalah untuk menempatkan nilai optimal kapasitor di tempat yang paling baik, sehingga dapat memperbesar penghematan masukan pada sistem distribusi. Metode yang kami gunakan sangatlah kuat dan dapat secara langsung memberikan lokasi yang paling baik dan mampu mengidentifikasi ukuran optimalnya.

Dari hasil perhitungan *load flow* awal (sebelum optimasi) menggunakan metode Newton Rapshon, maka total daya yang dibangkitkan sebesar 4386.4821MW, total pembebanan 4244.6948MW dan ruginya sebesar 141.7873MW. Dan setelah dilakukan menggunakan metode *A Fuzzy-GA* maka *loadflow* akhirnya (setelah optimasi), untuk total daya pembangkitan sebesar 4349.1015MW, total pembebanan sebesar 4244.6948MW dan ruginya sebesar 104.4067 MW

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi program strata satu (S-1) jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Sebelum dan selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. 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. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT, selaku Dosen pembimbing I.
5. Bapak Ir. Djojo Priatmono, MT, selaku Dosen pembimbing II.
6. Kedua orang tuaku, yang selalu memberikan do`a, kasih sayang dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu, yang turut serta membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun menyadari akan segala kekurangan yang ada dalam skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya, kepada semua pihak yang telah bekerja keras dan bersungguh-sungguh hingga terwujudnya skripsi ini, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih.

Malang, September 2008

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk

Kedua Orang Tuaku Yang Tak Pernah Lelah Tuk Mendoakan
dan Mendampingiku.....

KakQ (omo), AdeQ (aan) & (Petty) yang Selalu MemberiQ Dukungan,
Omelan dan Semangat hingga sekarang ini....

SayankQ (uwick) yang selalu setia menemani, memberi masukan,
omelan, menerima segala amarahku disaat sumpek dan
membantuku dalam segala hal....

Teman-temanQ (kalau disebutin banyak donk) ...

© Thank's 4 All ©

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
1.7. Relevansi.....	5

BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN APLIKASI KAPASITOR

2.1. Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.1.1. Sistem Distribusi Primer	7

2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder	8
2.2. Sistem Jaringan Distribusi Radial	8
2.2.1. Sistem Radial Pohon	9
2.2.2. Sistem Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah	9
2.2.3. Sistem Radial Dengan Pembagian <i>Phase Area</i>	10
2.2.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat.....	11
2.3. Daya Reaktif Dan Faktor Daya	11
2.4. Kapasitor Daya.....	13
2.4.1. Kapasitor Seri Dan Kapasitor Shunt.....	13
2.4.2. Faktor-faktor Pemilihan Kapasitor	
Seri Dan Kapasitor Shunt	13
2.5. Dasar Menentukan Letak Dan Kapasitas Kapasitor.....	14
2.6. Prosedur Matematis Untuk Mertentukan	
Alokasi Optimum Kapasitor	16
2.7. Pengaruh Pemasangan Kapasitor	19
2.7.1. Pengurangan Rugi Daya Dengan Kapasitor.....	20
2.7.2. Perbaikan Tegangan.....	21
2.8. Perbaikan Faktor Daya Dan Kenaikan Kapasitas Sistem.....	21
2.8.1 Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya.....	23
2.8.2 Penentuan Rating Kapasitor Untuk	
Perbaikan Faktor Daya Beban	24
2.9. Keuntungan Dari Implementasi Kapasitor	26
2.9.1. Keuntungan Dari Kapasitas Sistem	26

2.9.2. Keuntungan Dari Pengurangan Kerugian Beban Puncak	27
2.9.3. Keuntungan Dari Pengurangan Kerugian Energi	28
2.10. Batasan Pemasangan Kapasitor.....	29
2.10.1 Batasan Tegangan.....	29
2.10.2 Batasan <i>Switching Capacitor</i>	29
2.11. Logika Fuzzy.....	32
2.11.1. Himpunan Fuzzy.....	35
2.11.2. Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy	39
2.11.3. Bagian-bagian Utama Logika Fuzzy.....	42
2.11.4. Dasar Teori <i>Fuzzy Expert</i>	45
2.12. Algoritma Genetika	46
2.12.1. Istilah-istilah Algoritma Genetika	47
2.12.2. Proses Algoritma Genetika.....	50
2.12.3. <i>Elitism</i>	55
2.12.4. <i>Crossover</i> (Pindah Silang)	55
2.12.5. <i>Mutation</i> (Mutasi)	57
2.13. Penempatan Algoritma Genetika	59
2.13.1. Pengkodekan.....	59
2.13.2. Fungsi Tujuan (<i>Objective Functions</i>)	60

BAB III TEORI A FUZZY - GENETIC ALGORITHM SISTEM DISTRIBUSI

RADIAL

3.1. Metode <i>Newton Raphson</i>	61
3.1.1. Algoritma Aliran Daya <i>Newton Rapson</i>	63

3.1.2. <i>Flowchart</i> Algoritma Aliran Daya <i>Newton Raspon</i>	65
3.1.3. Algoritma Pemecahan Masalah	66
3.1.4. Algoritma Pemecahan Solusi	66
3.2. Program Komputer Penentuan Letak, Kapasitas Kapasitor, Jumlah Pada Jaringan Distribusi Radial Penyulang	67
3.3. Data	68
3.4. Data Saluran	69
3.5. Analisa Perhitungan	69
3.5.1. Data Pembebanan Penyulang Tumpang.....	73
3.5.2. Data Kapasitas Dan Harga Switched Kapasitor	76
3.6. Algoritma Program	77
3.6.1. <i>Flowchart</i> Algoritma Penyelesaian Masalah	77
 BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL	
4.1. Hasil dan Analisis Hasil.....	83
4.1.1. Tampilan Program Penentuan Lokasi	83
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	115
5.2. Saran.....	116
 DAFTAR PUSTAKA	 117
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Skema Gardu Induk Yang Dihubungkan Melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) Hingga ke Pelanggan.....	6
Gambar 2-2 Sistem Jaringan Distribusi Radial.....	8
Gambar 2-3 Sistem Jaringan Distribusi Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah	10
Gambar 2-4 Jaringan Distribusi Radial Dengan <i>Phase Arc</i>	10
Gambar 2-5 Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat	11
Gambar 2-6 Segitiga Daya.....	12
Gambar 2-7 Segitiga Arus.....	12
Gambar 2-8 Penyulang Primer Dengan Beban Yang Seragam dan Terpusat.....	18
Gambar 2-9 Pengurangan Rugi Daya Dengan Pemasangan Satu Kapasitor	19
Gambar 2-10 Saluran Primer Dengan Beban Terpusat	20
Gambar 2-11 Vektor Diagram Sebelum (a) dan Sesudah (b) Pemasangan Kapasitor Pada Jaringan.....	20
Gambar 2-12 Perbaikan Faktor Daya	22
Gambar 2-13 Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi	23
Gambar 2-14 <i>Switching</i> Kapasitor Pada <i>Circuit Equivalent</i> <i>Sistem Transien</i>	30
Gambar 2-15 Bagian-bagian Dalam Logika Fuzzy.....	34

Gambar 2-16	Perbandingan Logika Boolean dan Logika Fuzzy	36
Gambar 2-17	Himpunan Fuzzy Pada Variabel Temperatur.....	38
Gambar 2-18	Bagian Pokok Logika Fuzzy.....	42
Gambar 2-19	<i>Roulette - Wheel</i>	54
Gambar 2-20	Pembentukan <i>Next Generation</i> Dalam Algoritma Genetika	55
Gambar 2-21	Ilustrasi Operator Dengan <i>One Point Crossover</i>	56
Gambar 2-22	Ilustrasi Operator Dengan <i>Two Point Crossover</i>	56
Gambar 2-23	Ilustrasi Operator <i>Crossover</i> Dengan <i>Uniform Crossover</i>	57
Gambar 2-24	Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi String Biner.....	58
Gambar 2-25	Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi Integer	58
Gambar 3-1	<i>Flowchart</i> Algoritma Aliran Daya <i>Newton Raphson</i>	65
Gambar 3-2	<i>Flowchart</i> Penyelesaian Masalah Penentuan Letak Kapasitas Kapasitor Dengan Metode <i>Fuzzy</i>	79
Gambar 3-3	<i>Flowchart</i> Penyelesaian Besar Kapasitas Kapasitor Menggunakan <i>Genetic Algorithm</i>	80
Gambar 3-4	<i>Flowchart</i> Penyelesaian Masalah <i>Fuzzy- Genetic Algorithm</i>	81
Gambar 3-5	<i>Flowchart Objective Function</i>	82
Gambar 4-1	Tampilan Program Utama	83
Gambar 4-2	Tampilan Inputan Data	84
Gambar 4-3	Tampilan Tampilan Inputan Data Pembebanan.....	84
Gambar 4-4	Tampilan Data Saluran	85
Gambar 4-5	Tampilan Data <i>Objective Function</i>	85

Gambar 4-6	Tampilan Parameter GA	86
Gambar 4-7	Tampilan Untuk Menjalankan Program	87
Gambar 4-8	Tampilan Untuk Mengetahui Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Sebelum Pemilihan.....	88
Gambar 4-9	Tampilan Untuk Mengetahui Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Kompensasi	93
Gambar 4-10	Tampilan Hasil Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Kompensasi	97
Gambar 4-11	Tampilan Jumlah Pembangkit Pembebanan dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi	100
Gambar 4-12	Tampilan Hasil <i>Fuzzy Expert System</i>	101
Gambar 4-13	Tampilan Hasil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Tumpang Sesudah Kompensasi	101
Gambar 4-14	Tampilan Hasil Untuk Mengetahui Aliran Daya Antar Saluran Sesudah Kompensasi	105
Gambar 4-15	Tampilan Hasil Rugi Daya Tiap Saluran.....	109
Gambar 4-16	Tampilan Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Pada Kapasitor Sesudah Kompensasi	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Kapasitor seri Dan Kapasitor <i>Shunt</i>	14
Tabel 2-2	Dasar Mengoptimalkan Kapasitas Kapasitor	19
Tabel 2-3	Jenis-Jenis Fungsi Keanggotan Logika Fuzzy	40
Tabel 2-4	Istilah Yang Digunakan Dalam Algoritma Genetika.....	48
Tabel 3-1	Data Spesifikasi Saluran Penyulang Tumpang.....	69
Tabel 3-2	Data Impedansi Saluran Penyulang Tumpang	70
Tabel 3-3	Data Pembebanan Penyulang Tumpang	73
Tabel 3-4	Daftar Kapasitas Dan Harga <i>Switched</i> Kapasitor	77
Tabel 4-1	Tegangan Dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Tumpang Sebelum Kompensasi.....	89
Tabel 4-2	Aliran Daya Antar Saluran Penyulang Tumpang Sebelum Kompensasi.....	93
Tabel 4-3	Rugi daya Tiap Saluran Penyulang Tumpang Sebelum Kompensasi	98
Tabel 4-4	Jumlah Pembangkit Pembebanan Dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi	100
Tabel 4-5	Tegangan Dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Tumpang Sesudah Kompensasi.....	102
Tabel 4-6	Aliran Daya Antar Saluran Penyulang Tumpang Sesudah Kompensasi	106

Tabel 4-7 Rugi Daya Tiap Saluran Penyulang Tumpang	
Setelah kompensasi	110
Tabel 4-8 Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Pada	
Kapasitor Sebelum dan Sesudah Kompensasi	112

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1 Perbandingan Tegangan Sebelum Optimasi dan Setelah Optimasi	113
Grafik 4-2 Perbandingan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-Rugi Untuk Daya Aktif Sebelum dan Sesudah Optimasi	114

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang¹¹

Dengan meningkatkan usaha di sektor industri dan meningkatkan taraf hidup masyarakat maka kebutuhan akan energi semakin meningkat pula, sehingga diperlukan penyediaan energi listrik beserta jaringan penyaluran yang sangat baik. Beban industri kebanyakan bersifat induktif sehingga mengakibatkan meningkatnya beban induktif, maka daya reaktif yang ada jaringan akan semakin besar yang selanjutnya akan memperbesar komponen rugi-rugi daya, di samping itu dapat memperburuk kondisi lapangan.

Pengurangan terhadap terjadinya kehilangan daya dalam sistem distribusi adalah sangat penting untuk meningkatkan efisiensi penyaluran daya secara keseluruhan, hal ini dicapai dengan menempatkan kapasitor pada tempat yang tepat pada sistem distribusi radial. Hal ini mendorong untuk mengangkat permasalahan penempatan kapasitor dengan menggunakan pendekatan Fuzzy genetik. Lokasi kapasitor yang terbaik ditentukan dengan menggunakan teori tatanan fuzzy dan penyesuaian pengukuran kapasitas kapasitor diperoleh berdasarkan pada algoritma genetik. Tujuan dari fungsi fuzzy genetik untuk menghitung nilai optimal kapasitor ditempat yang paling baik, sehingga dapat memperbaiki tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya

1.2 Rumusan Masalah^[1]

- Bagaimana cara menentukan lokasi penempatan dan besar kapasitas kapasitor menggunakan metode fuzzy genetica
- Bagaimana pengaruh penempatan kapasitor terhadap peningkatan profil tegangan
- Bagaimana pengaruh penempatan kapasitor terhadap nilai rugi-rugi daya pada jaringan
- Berapa keuntungan tahunan yang diperoleh setelah penempatan kapasitor

1.3. Tujuan

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah :

- Menentukan penempatan, besar kapasitor secara optimal pada sistem distribusi.
- Memperbaiki profil tegangan, rugi-rugi daya pada pemasangan kapasitor.
- Menentukan penghematan biaya setelah pemasangan kapasitor.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan masalah yang akan dibahas, maka diberikan asumsi-asumsi serta batasan-batasan sebagai berikut :

1. Jaringan yang akan dianalisis adalah jaringan distribusi primer tipe radial pada GI pakis.
-

2. Hanya kapasitor yang digunakan dalam perbaikan tegangan dan pengurangan rugi daya.
3. Analisa penentuan pemasangan kapasitor dan pemilihan kapasitas kapasitor menggunakan metode A fuzzy-genetic algorithm.
4. Tidak membahas secara detil metode aliran daya yang digunakan yaitu metode Newton Raphson.

1.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembahasan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan adalah :

1. Kajian literatur

Yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan dan relevansi penelitian.

2. pengumpulan Data

Bentuk data yang digunakan adalah :

- Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.
- Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini single line diagram penyulang.

3. Melakukan analisa dengan menggunakan bahasa program Matlab.

4. Simulasi dan pembahasan masalah.

Analisa perhitungan aliran daya tiap saluran menggunakan metode Newton Raphson, untuk menentukan pemasangan kapasitor yang optimal menggunakan metode A fuzzy-genetic algorithm yang disimpulkan dengan program komputer.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, penulisan masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, relevansi.

BAB II : SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN APLIKASI KAPASITOR

Disini akan dibahas masalah sistem jaringan distribusi tenaga listrik, struktur jaringan distribusi radial, pengertian jatuh tegangan, pengaruh rendahnya jatuh daya, penjelasan teori tentang kapasitor serta faktor daya.

BAB III : TEORI A FUZZY-GENETIC ALGORITHM SISTEM DISTRIBUSI RADIAL

Pada bab ini akan dibahas metode aliran daya Newton Raphson, teori A Fuzzy-Genetic Algorithm dan teori-teori sebagai pemilihan kapasitor menggunakan metode algoritma genetika.

BAB IV : HASIL DAN ANALISIS HASIL

Pada bab ini membahas mengenai program komputer penentuan letak, kapasitas kapasitor, perbandingan profil tegangan, rugi-rugi daya dan nilai biaya sebelum dan setelah penempatan kapasitor, jumlah pada jaringan distribusi radial penyulang Tumpang menggunakan metode A fuzzy-algoritma genetika.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat intisari dan hasil penelitian, yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya.

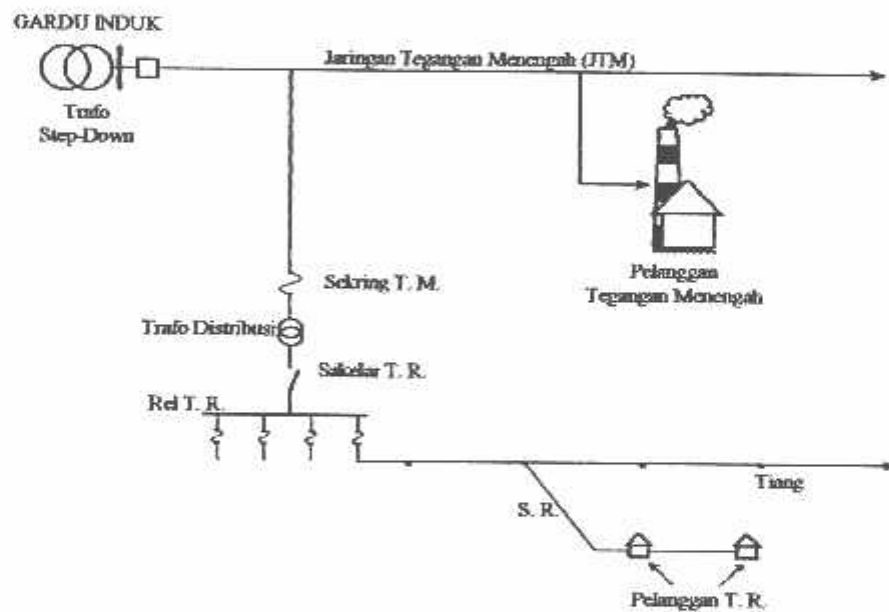
1.7. Relevansi.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan memberikan alternatif kepada pihak PLN untuk mencari solusi yang optimal dalam menentukan pemasangan kapasitor pada suatu operasi daya dengan maksud memperbaiki pelayanan pada masyarakat dengan memanfaatkan jaringan yang ada.

BAB II
SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
DAN APLIKASI KAPASITOR

2.1. Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik⁽¹⁾

Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk ke konsumen melalui Gardu Distribusi.



Keterangan : T. M. = Tegangan Menengah
T. R. = Tegangan Rendah
S. R. = Sambungan Rumah

Gambar 2-1. Skema Gardu Induk yang dihubungkan melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) hingga ke Pelanggan⁽¹⁾

Jaringan setelah keluar dari G.I biasanya disebut jaringan distribusi. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah, kemudian disalurkan melalui Jaringan Tegangan Rendah untuk selanjutnya disalurkan ke rumah-rumah atau pelanggan (konsumen) PLN melalui sambungan rumah.

Dalam pendistribusian tenaga listrik ke konsumen, tegangan yang digunakan bervariasi tergantung dari jenis konsumen yang membutuhkan. Untuk konsumen industri biasanya digunakan tegangan menengah 20 kV. Sedangkan untuk konsumen perumahan digunakan tegangan rendah 220/380 Volt, yang merupakan tegangan siap pakai untuk peralatan-peralatan rumah tangga. Dengan demikian maka sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian sistem yaitu :

1. Sistem distribusi primer (Jaringan Tegangan Menengah)
2. Sistem distribusi sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

Pengklasifikasikan sistem distribusi tenaga listrik menjadi dua ini berdasarkan tingkat tegangan distribusinya.

2.1.1. Sistem Distribusi Primer (Jaringan tegangan Menengah)

Tingkat tegangan yang digunakan pada sistem distribusi primer meliputi tegangan 20 kV, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut system distribusi tegangan menengah.

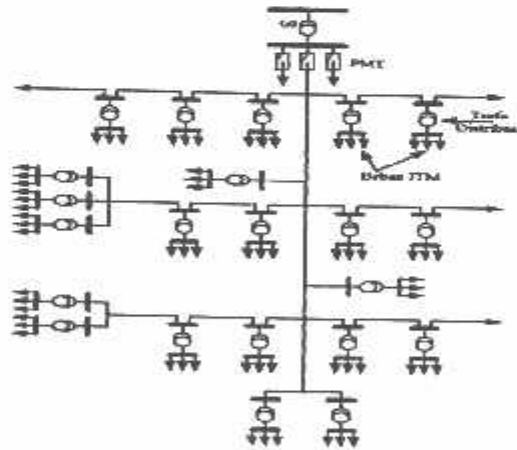
2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

Tingkat tegangan yang digunakan pada system distribusi sekunder meliputi tegangan rendah yaitu 127/220 volt atau 220/380 volt, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut system distribusi tegangan rendah.

Sistem jaringan yang digunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik tersebut dapat menggunakan system satu fasa dengan dua kawat maupun sisten tiga fasa dengan empat kawat.

2.2. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk dasar yang paling sederhana dan paling banyak digunakan. Sistem ini dikatakan radial karena dari kenyataan bahwa jaringan ini ditarik secara radial dari GI ke pusat-pusat beban/konsumen yang dilayaninya. Sistem ini terdiri dari saluran utama (*tunk line*) dan saluran cabang (*lateral*) seperti pada gambar 2-2.



Gambar 2-2. Sistem Jaringan Distribusi Radial^[2]

Pelayanan tenaga listrik untuk suatu daerah beban tertentu dilaksanakan dengan memasang transformator pada sembarang titik pada jaringan yang sedekat mungkin dengan daerah beban yang dilayani. Untuk daerah beban yang menyimpang jauh dari saluran utama maupun saluran cabang, maka akan ditarik lagi saluran tambahan yang dicabangkan pada saluran tersebut.

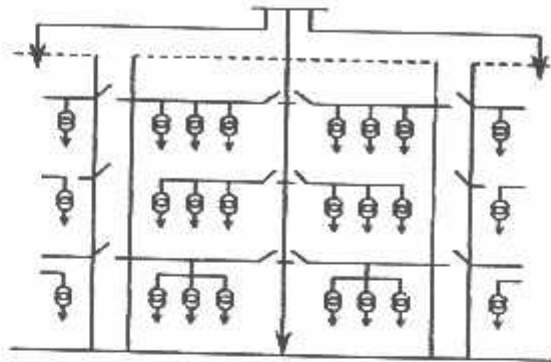
Kelemahan yang dimiliki oleh sistem radial adalah jatuh tegangan yang cukup besar dan bila terjadi gangguan pada salah satu *feeder* maka semua pelanggan yang terhubung pada *feeder* tersebut akan terganggu.

2.2.1. Sistem Radial Pohon

Sistem radial jaringan pohon ini merupakan bentuk yang paling dasar dari sistem jaringan radial. Saluran utama (*main feeder*) ditarik dari suatu Gardu Induk sesuai dengan kebutuhan kemudian di cabangkan melalui saluran cabang (*lateral feeder*), selanjutnya di cabangkan lagi melalui saluran anak cabang (*sub lateral feeder*). Ukuran dari masing-masing saluran tergantung dari besar arus yang ditanggung. Dari gambar 2-2, *main feeder* merupakan saluran yang dialiri arus terbesar, selanjutnya arus mengecil pada setiap cabang dari besarnya beban.

2.2.2. Sistem Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah^{P1}

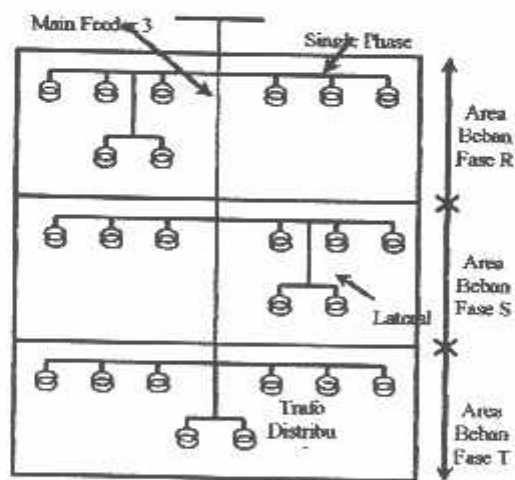
Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon, untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadi gangguan maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang tidak terganggu. Sistem radial dengan *Tie* dan *Switch* pemisah dapat dilihat pada gambar 2-3.



Gambar 2-3. Sistem Jaringan Distribusi Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah^[9]

2.2.3. Sistem Radial Dengan Pembagian *Phase Area*

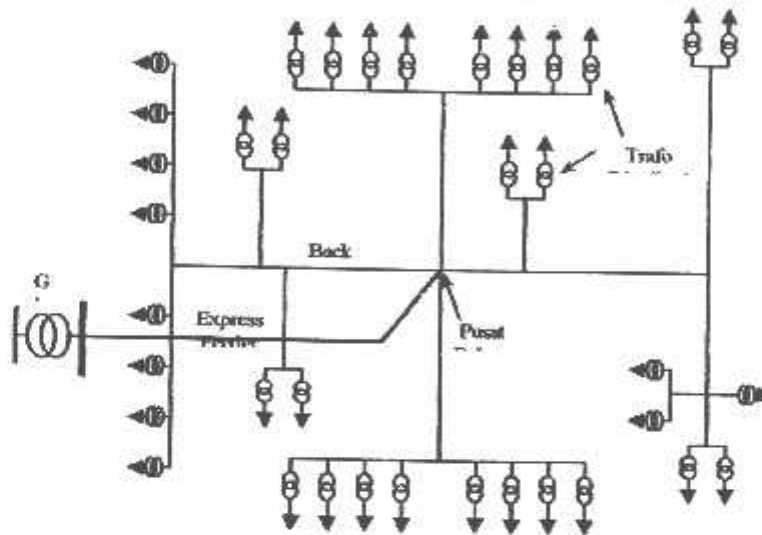
Pada bentuk ini masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini dapat menimbulkan kondisi sistem tiga fasa yang tidak seimbang (simetris), bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagiannya. Contoh dari sistem jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2-4.



Gambar 2-4. Jaringan Distribusi Radial Dengan *Phase Area*^[9]

2.2.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat

Bentuk dari sistem ini mensuplai daya dengan menggunakan *main feeder* yang disebut *express feeder* langsung ke pusat beban, dan dari titik pusat beban ini disebut dengan menggunakan *back feeder* secara radial seperti terlihat pada gambar 2-5.



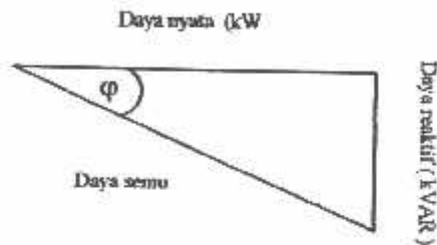
Gambar 2-5. Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat^[9]

2.3. Daya Reaktif dan Faktor Daya^{[3] [2]}

Setiap pemakaian daya reaktif akan menyebabkan turunnya faktor daya yang kemudian menyebabkan memburuknya karakteristik kerja peralatan-peralatan system pada umumnya, baik dari segi teknik oprasional maupun segi ekonomisnya, faktor daya adalah perbandingan antara daya nyata dan daya semu.

$$\text{Faktor daya} = \frac{\text{DayaNyata}(kW)}{\text{DayaSemu}(kVA)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk daya semu sendiri dibentuk oleh dua komponen daya nyata (kW) dan komponen daya reaktif (kVAR). Hubungan ini dapat di gambarkan sebagai berikut:



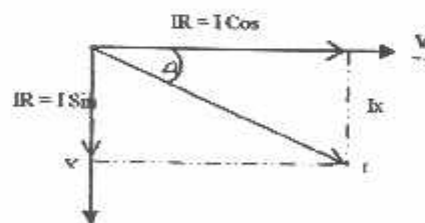
Gambar 2-6. Segitiga Daya^[2]

Dengan Faktor daya = $\cos \varphi = \frac{P}{S}$

$P = \text{Daya Nyata (kW)}$ $Q = \text{Daya reaktif (kVar)}$

$S = \text{Daya semu (kVA)}$ $\varphi = \text{Sudut Phase}$

Faktor daya dapat pula dilihat dengan hubungannya dengan arus nyata dan arus total. Arus nyata (I_R) adalah arus yang mengalir pada beban yang diubah menjadi tenaga. Sedangkan arus total (I) adalah arus yang mengalir pada jaringan dan merupakan jumlah faktor antara arus magnetisasi dan arus nyata. Arus magnetisasi (I_X) merupakan arus yang mengalir pada beban dan menimbulkan medan magnet. Arus yang terbaca dalam ampere meter adalah arus total (I). Hubungan ketiga arus tersebut seperti pada gambar 2-7 berikut:



Gambar 2-7. Segitiga Arus^[2]

2.4. Kapasitor Daya^[2]

Secara sederhana kapasitor terdiri dari dua buah plat logam yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik dan kapasitor ini mempunyai sifat menyimpan muatan listrik. Pada beberapa tahun yang lalu kebanyakan kapasitor terbuat dari dua plat aluminium murni yang dipisahkan oleh tiga atau lebih lapisan kertas yang dilapisi oleh bahan kimia. Kapasitor daya telah mengalami perkembangan yang begitu cepat selama 30 tahun terakhir. Karena bahan dielektrik yang digunakan lebih efisien serta teknologi pembuatan kapasitor lebih baik.

2.4.1 Kapasitor seri dan Kapasitor shunt

Kapasitor daya terdiri atas 2 bagian yaitu kapasitor seri dan kapasitor shunt, dalam sistem tenaga membangkitkan daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya dan tegangan, sehingga meningkatkan kapasitas sistem dan mengurangi rugi-rugi jaringan

Biaya pemasangan kapasitor seri lebih tinggi dari pada biaya pemasangan kapasitor shunt, hal ini disebabkan karena peralatan pelindung untuk kapasitor seri lebih banyak, biasanya kapasitor seri di desain untuk daya yang lebih besar dari pada kapasitor shunt dengan tujuan untuk mengatasi kenaikan beban.^[2]

2.4.2. Faktor-faktor pemilihan kapasitor Seri dan kapasitor shunt^[2] :

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan kapasitor shunt dan seri ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 2-1. Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt^[2]

No	Kebutuhan	Kapasitor	
		Seri	Shunt
1	Memperbaiki faktor daya	Kedua	Pertama
2	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya normal dan rendah	Pertama	Kedua
3	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya yang tinggi	Tidak Dipakai	Pertama
4	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara bawah tanah dengan faktor daya yang tinggi	Pertama	Tidak Dipakai
5	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran bawah tanah dengan faktor daya normal dan rendah	Tidak Dipakai	sda
6	Mengurangi rugi-rugi saluran	Kedua	Pertama
7	Mengurangi fluktuasi tegangan	Pertama	Tidak Dipakai

2.5. Dasar menentukan Letak Dan kapasitas Kapasitor

Secara umum lokasi terbaik dari kapasitor diperoleh dengan meng-optimalisasi sudut daya dan pengaturan teganganya. Dari studi profil tegangan penyulang, dapat dipastikan lokasi yang efektif dari kapasitor dan menentukan batas/limit tegangan yang direkomendasikan. Proses iterasi, umumnya dapat diringkas dalam beberapa langkah:

1. Kumpulan informasi mengenai sirkuit dan bebanya.
 - a. Setiap beban diperlukan dua besarnya, dari besaran-besaran berikut ini, kva, kvar, kw dan factor dayanya.
 - b. Koreksi factor daya dari saluran yang di inginkan.
 - c. Tengan feeder.
 - d. Peta jaringanya, dimana terlihat lokasi beban dan kapasitor yang terpasang.
 2. Tentukan beban feeder dalam kw dan factor dayanya.
 3. Tentukan dari masing-masing beban.
 4. Untuk menentukan kilovoltamper dari saluran, kalikan beban-beban individunya atau kelompok bebanya dengan masing-masing factor reaktifnya.
 5. Buat kurvanya untuk menentukan susut saluran dalm watt/kilometer yang diakibatkan oleh beban induktif yang didapat dari langkah 4-5. Kalikan susut saluran ini dengan panjang dari masing-masing saluran dalam km. Ulangi proses ini untuk semua beban dan selekso saluran dan kemudian jumlahkan, sehingga didapat susut total induktif dari saluran.
 6. Pada kasus sudah terpasang kapasitor pada penyulanganya, buatlah perhitungan seperti langkah 6, tetapi kurang susut saluran kapasitif dari susut total induktif saluran. Gunakan besarnya kva dari kapasitor yang didapat langkah ke 3 dan dan buatlah nomografnya untuk langkah ke 6 dan tentukan susut saluran untuk setiap seksi saluran sebagai akibat dipasangnya kapasitor.
-

7. Untuk mendapatkan jarak lokasi penempatan kapasitor, bagilah susut total induktif saluran dengan susut kapasitif saluran per km. Bila hasil bagi ini besar dari panjang seksi dari saluran, maka
 - a. Bagilah sisa rugi total induktifnya dengan rugi kapasitif saluran dari seksi berikutnya untuk mendapat lokasi.
 - b. Bila hasil masih juga lebih besar dari panjang seksi saluran, ulangi langkah 7.a. diatas.
8. Persiapan profil tegangan dengan bantuan calculator atau dengan program computer untuk profil tegangan dan analisa beban untuk menentukan tegangan sirkuit. Bila profil memperhatikan teganganya masih dalam batas-batas yang direkomendasikan, maka kapasitor dipasang pada lokasi yang memberikan susut minimum. Bila tidak, tentukan lokasinya dengan pertimbangan secara teknis, yaitu untuk mendapatkan pengaturan tegangan yang paling efektif.

2.6. Prosedur matematis untuk menentukan alokasi optimum kapasitor

Pada gambar dibawah diperlihatkan sebuah penyulang yang terdiri dari beberapa segmen yang beban-bebanya kombinasi merata dan terpusat. Setiap sekmen mewakili bagian dari penyulang, antara pemisah seksi. Pengaturan tegangan atau titik tertentu dari saluran tersebut. Untuk memudahkan pembahasan, beban atau arus jala dan hasil rugi daya ($I^2 R$) diasumsikan terdiri dari dua komponen: (1) komponen arus aktif dan (2) komponen arus reaktif., karena susut daya ($I^2 R$) yang disebabkan

oleh komponen arus aktif tidak terpegaruh oleh adanya kapasitor, maka susut ini tidak diperhatikan. Untuk jelasnya susut daya dapat diuraikan sebagai berikut. Misalkan $I^2 R$, disebabkan oleh arus mengikut (Lagging Current) melalui tahanan R, maka susut daya adalah:

$$I^2 R = (I \cos \varphi)^2 R + (I \sin \varphi)^2 R$$

Bila dipasang kapasitor dengan arus I_c Resultan arus jala-jala menjadi:

$$I^2 R = (I \cos \varphi)^2 R + (I \sin \varphi - I_c)^2 R$$

Jadi sudut daya menjadi:

$$I^2 R = (I \cos \varphi)^2 R + (I \sin \varphi - I_c)^2 R$$

Pengurangan sudut daya yaitu:

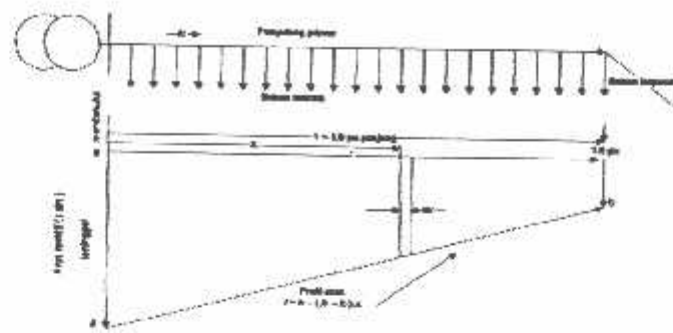
$$\Delta P_{rd} = I^2 R - I_1^2 R$$

Rugi- daya ($I^2 R$) pada elemen dx yang berjarak x dari sumber dapat dinyatakan

$$\delta P_{rd} = 3 [I_1 - (I_1 - I_2) x]^2 R dx$$

Oleh karenanya rugi daya ($I^2 R$) total dari penyulang adalah:

$$\begin{aligned} P_{rd} &= \int_{x=0}^{1.0} \delta P_{rd} \\ &= \int_{x=0}^{1.0} 3 [I_1 - (I_1 - I_2) x]^2 R dx \end{aligned}$$

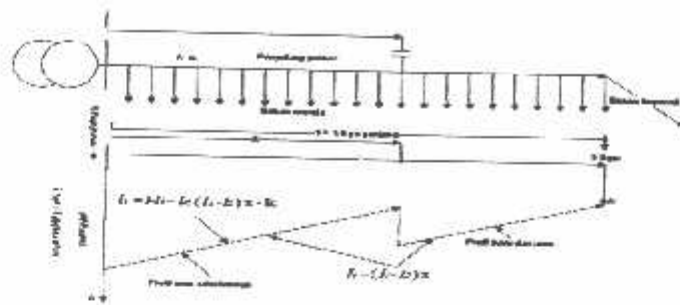


Gambar 2-8. Penyulang primer dengan beban yang seragam dan terpusat, berikut profil arus-reaktifnya sebelum kompensasi[2]

Pengurangan rugi daya akibat dipasangnya tumpuk kapasitor tunggal, dengan ukuran tertentu dengan perbandingan yang berbeda-beda pada saluran, dengan pola beban yang berbeda-beda. Seperti merata ($\lambda = 0$) terpusat atau sejumlah beban terpusat ($\lambda = 1$)

Bila akan menggunakan kurva-kurva tersebut untuk kasus tertentu, beberapa factor berikut ini harus diketahui:

1. Rugi semula, akibat arus reaktif.
2. Perbandingan kompensasi kapasitor.
3. Lokasi tumpuk kapasitor.



Gambar 2-9. Pengurangan rugi daya dengan pemasangan satu kapasitor^[2]

Tabel 2-2. Dasar mengotimalkan kapasitas kapasitor^[2]

Teraan tumpuk kapasitor pu	Lokasi optimum pu	Pengurangan rugi-daya %
0	1	0
0.1	0.95	27
0.2	0.9	49
0.3	0.85	65
0.4	0.8	77
0.5	0.75	84
0.6	0.7	88
0.7	0.65	89
0.8	0.6	86
0.9	0.55	82
1	0.5	75

2.7. Pengaruh Pemasangan Kapasitor

Kapasitor yang dihubungkan paralel dengan saluran dan secara intensif digunakan pada sistem distribusi. Kapasitor mencatu daya reaktif atau arus yang menentang komponen arus beban induktif. Dengan dipasangnya kapasitor pada

jaringan distribusi akan dapat memperbaiki profil tegangan, memperbaiki faktor daya, dan menaikkan kapasitas sistem serta dapat mengurangi rugi saluran.

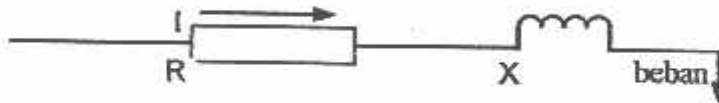
2.7.1. Pengurangan Rugi Daya Dengan Kapasitor

Rugi – rugi saluran perfasa adalah $I^2(R-jX)$ atau dapat dibedakan menjadi :

- Rugi daya aktif (I^2R) = $(I_R^2 + I_X^2)R$
- Rugi daya reaktif (I^2X) = $(I_R^2 + I_X^2)X$

Dimana : I_R adalah komponen arus aktif

I_X adalah komponen arus reaktif



Gambar 2-10. Saluran primer dengan beban terpusat

Diasumsikan bahwa rugi daya (I^2R) disebabkan oleh arus saluran (*lagging*) I , yang mengalir pada resistor R , sehingga :

$$I^2R = (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta)^2R \dots\dots\dots(1)$$

Setelah dipasang kapasitor shunt dengan arus I_c , didapat arus saluran baru I_1 , dan rugi daya I_1^2R sebagai berikut :

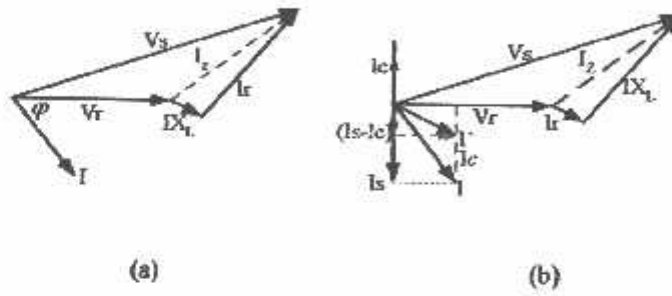
$$I_1^2R = (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta - I_c)^2R \dots\dots\dots (2)$$

Sehingga pengurangan rugi daya sebagai akibat pemasangan kapasitor didapat :

$$\Delta p_{ls} = I^2R - I_1^2R \dots\dots\dots(3)$$

2.7.2. Perbaikan Tegangan

Pemakaian kapasitor dalam sistem tenaga listrik selain untuk perbaikan faktor daya juga bertujuan menaikkan tegangan. Dan secara vektoris dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2-11. Vektor Diagram Sebelum (a) dan Sesudah (b)Pemasangan Kapasitor Pada Jaringan

Jatuh tegangan yang disebabkan arus beban I sebelum kapasitor di pasang :

$$\delta V = I_R R + I_L X \dots\dots\dots (4)$$

Jatuh tegangan setelah kapasitor di pasang :

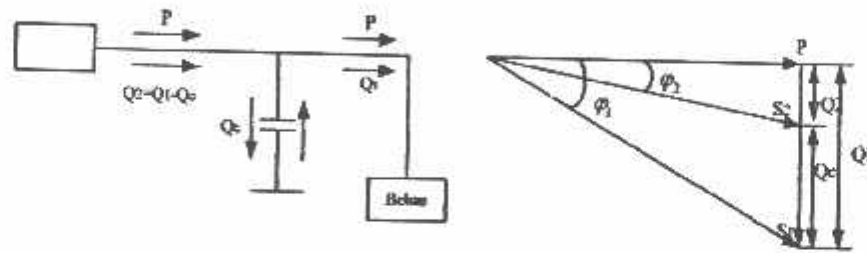
$$\delta V = I_R R + I_L X - I_C X \dots\dots\dots (5)$$

2.8. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem

Manfaat terbesar yang di peroleh dari perbaikan faktor daya adalah berasal dari pengurangan daya reaktif dalam system. Hal ini menghasilkan pengurangan biaya pemakaian daya yang lebih rendah, kenaikan kapasitas system, perbaikan tegangan dan pengurangan rugi-rugi dalam system. Satu-satunya jalan untuk memperbaiki faktor daya adalah mengurangi daya reaktif di jaringan. Jika komponen arus reaktif

dapat dikurangi, maka total arus akan berkurang sedangkan komponen daya aktif tidak berubah, maka faktor daya akan lebih besar sebagai akibat berkurangnya daya reaktif. Faktor daya akan mencapai 100 persen jika komponen daya reaktif sama dengan nol (0).

Dengan menambah kapasitor, daya reaktif Q akan berkurang. Gambar 2.12. menunjukkan perbaikan faktor daya pada system, kapasitor menuplai daya reaktif ke beban.



Gambar.2-12. Perbaikan faktor daya^[21]

Diasumsikan bahwa beban disuplai oleh daya nyata P, daya reaktif (Lagging) Q dan daya Semu S, pada faktor daya tertinggal $\cos \theta$

$$\cos \theta = \frac{P}{S_1} \dots\dots\dots(2.8)$$

Bila suatu kapasitor Q_c kVAR dipasang pada beban, faktor daya dapat diperbaiki dari $\cos \theta_1$ menjadi $\cos \theta_2$ dimana:

$$\cos \theta = \frac{P}{S_1}$$

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_1 - Q_c)^2}} \dots \dots \dots (2.9)$$

Sehingga daya semu dan daya reaktif berkurang dari S_1 (kVA) ke S_2 (kVA) dan dari Q_1 (kVAR) ke Q_2 (kVAR) sehingga kapasitas beban akan meningkat. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa persentase pengurangan rugi-rugi daya jaringan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

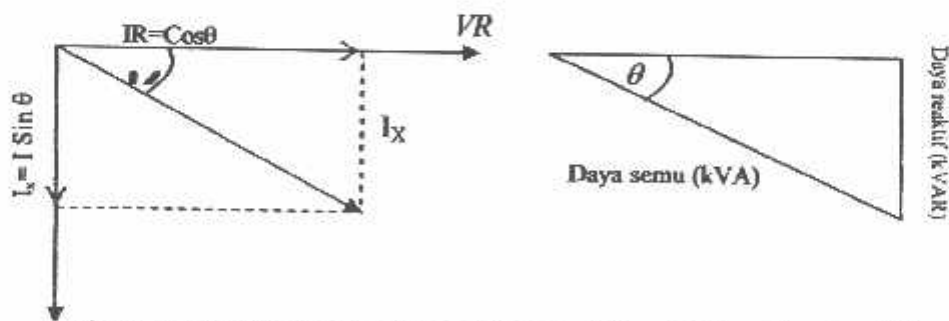
$$\% \text{ Rugi Daya} = 100 \left(\frac{\text{Faktor daya mula} - \text{mula}(\cos \theta_1)}{\text{Faktor daya baru}(\cos \theta_2)} \right) \dots \dots \dots (2.10)$$

%Pengurangan Rugi Daya

$$= 100 \left(1 - \left(\frac{\text{Faktor daya mula} - \text{mula}(\cos \theta_1)}{\text{Faktor daya baru}(\cos \theta_2)} \right)^2 \right) \dots \dots \dots (2.11)$$

2.8.1. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya.

Diagram phase dari dua komponen arus nyata itu arus aktif dan reaktif dapat dilihat pada gambar 2-13 berikut;



Gambar 2-13. Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi^[2]

Penjumlahan secara vector dari arus aktif dan reaktif menghasilkan arus-arus total yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$I = \text{Arus Semu} = \sqrt{(\text{arus.aktif})^2 + (\text{arus.reaktif})^2}$$

$$= \sqrt{(I \cdot \cos \theta)^2 + (I \cdot \sin \theta)^2} \dots\dots\dots(2.12)$$

Pada suatu tegangan V, daya aktif, daya reaktif, dan daya nyata, adalah sebanding dengan arus, dimana hubungannya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Daya Semu (kVA)} = \sqrt{(\text{Daya.aktif})^2 + (\text{Daya.reaktif})^2}$$

$$(VI) = \sqrt{(VI \cdot \cos \theta)^2 + (VI \cdot \sin \theta)^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya.aktif}}{\text{Daya.Semu}} = \frac{kW}{kVA}$$

$$\text{Daya Aktif} = \text{Daya Semu} * \text{Faktor Daya}$$

$$kW = kVA * \text{Faktor Daya}$$

$$kW = kVA \cos \theta \dots\dots\dots(2.14)$$

2.8.2. Penentuan Rating Kapasitor untuk Perbaikan Faktor Daya Beban

Dari hubungan fasor diagram daya aktif dan daya reaktif dapat ditulis beberapa persamaan matematis sebagai berikut:

$$\cos \theta = \frac{\text{Daya.aktif}}{\text{Daya.semua}} = \frac{(kW)}{(kVA)} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\sin \theta = \frac{\text{Daya.reaktif}}{\text{Daya.semua}} = \frac{(kVAR)}{(kVA)} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\tan \theta = \frac{(kVAR)}{(kW)} \dots\dots\dots(2.17)$$

Karena Komponen daya aktif biasanya konstan, dan daya semu serta komponen daya reaktif berubah sesuai dengan factor daya, maka persamaan yang dinyatakan dalam komponen daya aktif yang paling tepat digunakan, persamaan ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif pada daya mula-mula} &= \text{Daya aktif} \times \tan \theta_1 \\ &= (kW) \times \tan \theta_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif pada faktor daya baru} &= \text{Daya aktif} \times \tan \theta_2 \\ &= (kW) \times \tan \theta_2 \end{aligned}$$

Dengan θ_1 = Sudut dari faktor daya mula-mula

θ_2 = Sudut dari faktor daya yang telah diperbaiki

Rating kapasitor yang dibutuhkan perbaikan factor daya:

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif (kVAR)} &= \text{Daya aktif} \times (\tan \theta_1 - \theta_2) \\ &= (kW) \times (\tan \theta_1 - \theta_2) \dots\dots\dots(2.18) \end{aligned}$$

Untuk penyederhanaan $(\tan \theta_1 - \theta_2)$ sering ditulis $\Delta \tan$, yang merupakan suatu faktor pengali untuk menentukan daya reaktif.

$$\text{Daya reaktif (kVAR)} = \text{Daya aktif} \times \Delta \tan$$

$$(kVAR) = (kW) \times \Delta \tan \dots\dots\dots(2.19)$$

2.9. Keuntungan Dari Implementasi Kapasitor

2.9.1. Keuntungan Dari Kapasitas Sistem

Dalam perhitungan pelepasan kapasitas sistem dalam metode A Linear deterministic optimization model memperhitungkan parameter *transformer f* dan pengurangan kerugian daya aktif dan reaktif dalam sistem distribusi dengan aplikasi dari kapasitor tegangan sedang. Beban utama dari transformer, S_1 dapat digambarkan sebagai sebuah fungsi dari beban sekunder dengan rumus sebagai berikut :

$$S_2 = P_2 + jQ_2 \dots \dots \dots (6)$$

$$S_1 = \frac{1}{V^2} \left[\left(P + R_x (P^2 + Q^2) \right)^2 + \left(Q + X_x (P^2 + Q^2) \right)^2 \right]^{1/2} \dots \dots \dots (7)$$

$$P = P_2 + \Delta P_{FE} \left(\frac{V}{V_n} \right)^2 \quad \text{dan} \quad Q = Q_2 + \Delta Q_{FE} \left(\frac{V}{V_n} \right)^2 \dots \dots \dots (8)$$

dimana

R_x, X_x : adalah resistansi transformer seri dan kebocoran reaktansi

$\Delta P_{FE}, \Delta Q_{FE}$: adalah kerugian daya aktif dan daya reaktif transformer tanpa beban.

V : adalah pemeliharaan tegangan pada sisi sekunder transformer

V_n : adalah nilai tegangan sekunder dari transformer

Di bawah kondisi beban puncak tanpa kompensasi daya reaktif pada beban transformer di sisi primer adalah $S_{1 \max} = f(P_{2 \max}, Q_{2 \max})$, di mana $P_{2 \max}$ dan $Q_{2 \max}$ masing-masing adalah beban aktif maksimum dan reaktif pada sisi sekunder. Aplikasi *Station Capacitor Bank* dan kapasitor kutub menghasilkan pengurangan kerugian daya aktif beban puncak dalam sistem distribusi dengan ΔPc dan dalam pengurangan

total daya reaktif pada sisi sekunder transformer oleh ΔQ_c . Dengan demikian, beban tambahan g ($P_{2\max}$, $Q_{2\max}$) dapat dilayani oleh transformer tanpa meningkatkan beban sisi primer $S_{1\max}$. Kenaikan beban per unit g dapat ditentukan dari persamaan sebagai berikut :

$$S_{1\max} = f((P_{2\max}(1+g) - \Delta p_c)(Q_{2\max}(1+g) - \Delta Q_c)) \dots\dots\dots(9)$$

Pelepasan kapasitas sistem dapat dirumuskan sebagai fungsi g sebagai berikut:

$$\Delta S_{CR} = f(P_{2\max}(1+g)Q_{2\max}(1+g)) - S_{1\max} \dots\dots\dots(10)$$

Keuntungan tahunan sehubungan dengan pelepasan kapasitas sistem adalah $CS\Delta S_{CR}$, di mana CS adalah biaya sistem pelepasan kapasitas *thermal*

2.9.2 Keuntungan Dari Pengurangan Kerugian Beban-Puncak

Biaya pengurangan kerugian beban puncak C_{PL} dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_{PL} = (P_{L\max} - P_{comp}^{L\max}) \epsilon_L \dots\dots\dots(11)$$

Di mana :

$P_{L\max}$: adalah kerugian sistem beban puncak, di mana meliputi kerugian dalam sistem distribusi, transformer dan sistem transmisi ekuivalen tanpa kompensasi daya reaktif.

$P_{comp}^{L\max}$: adalah sama ketika kapasitor tegangan medium diaplikasikan, CL adalah biaya tahunan kerugian daya riil beban-puncak

2.9.3 Keuntungan Dari Pengurangan Kerugian Energi

Pengurangan kerugian energi tahunan tergantung pada kontrol dari kapasitor yang dipertimbangkan selama tahun tersebut. Diasumsikan bahwa energisasi *Station Capacitor Bank* dikontrol oleh regulator daya reaktif, sementara kapasitor kutub diganti dengan peralatan kontrol.

Untuk mengevaluasi kesesuaian dari beberapa solusi arbitrase, diasumsikan bahwa seluruh kapasitor kutub diubah secara tepat pada setiap level beban. Oleh karena itu untuk masing-masing level mode kapasitor berikut kemungkinan dipertimbangkan

1. Seluruh kapasitor tegangan medium diputus.
2. Seluruh kapasitor kutub dinyalakan sementara *Station Capacitor Bank* diputus.
3. Seluruh kapasitor kutub sebagaimana halnya *Station Capacitor Bank* dioperasikan. Asumsi kesesuaian kontrol dari kapasitor kutub adalah cocok terhadap sistem distribusi dengan variasi *conformal* dari beban jika waktu kontrol kapasitor dengan nilai 20 kVAr atau yang lebih tinggi digunakan untuk menentukan kontrol kapasitor optimum yang menghasilkan pengurangan energi maksimum pada level beban ke i .

Kerugian daya maksimum pada level beban ke i dihitung sebagai berikut :

$$\Delta P_{L_i}^{\max} = \max \{0, P_{L_i}^i\} \dots \dots \dots (12)$$

Dimana: $P_{L_i}^i$ adalah kerugian sistem total pada level beban ke i .

2.10. Batasan Pemasangan Kapasitor

Menentukan pemasangan kapasitor kutub perlu memperhitungkan tekanan yang ditimbulkan oleh variasi tegangan pada *Node* puncak oleh *Switching Capacitor Transient*.

2.10.1. Batasan Tegangan :

Batasan tegangan dapat diperhitungkan dengan menentukan *limit* atas dan bawah dari variasi tegangan pada *node* sistem distribusi. Untuk setiap *node* m dalam sistem distribusi pada setiap level puncak i , tekanan ini dapat dituliskan rumus sebagai berikut:

$$V_{min}^2 \leq V_m^2 \leq V_{max}^2 \quad m=1, \dots, M, i=1, \dots, n \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

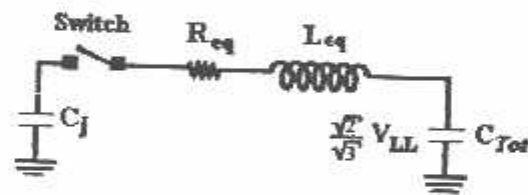
M : adalah jumlah *node* total pada sistem distribusi.

$V_{min}^2, V_m^2, V_{max}^2$: adalah tegangan minimum, sedang dan maksimum.

2.10.2. Batasan Switching Capacitor.

Sebuah kapasitor akan dipasang sedemikian rupa untuk mencegah masuknya arus tinggi yang disebabkan oleh interaksi dengan kapasitor lain pada sistem distribusi. Nilai puncak dari arus masuk dalam kapasitor kutub j harus lebih kecil dari besarnya I_{maxj} yang ditentukan oleh level arus puncak yang dapat diterima untuk kapasitor tersebut. $I^2(t)$ arus transien pada kapasitor kutub berhubungan dengan energisasi di mana tidak boleh melebihi nilai maksimum $I^2(t_{max})$.

Pada umumnya, menentukan penggantian arus transien dari sebuah kapasitor yang dienergisasi dalam sistem distribusi yang berisi kapasitor lain akan perlu. Untuk mengenakan tekanan penggantian arus terhadap pemasangan kapasitor, sebuah penyederhanaan metode analitis untuk menentukan arus *switching* puncak dan nilai $I_2(t)$. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa selama *switching* sebuah kapasitor, maka kapasitor lain sudah diarahkan sebagai kapasitor tunggal. Oleh karena itu, kapasitansi dari *switch* kapasitor dapat digunakan bersama-sama, sehubungan dengan interaksinya dapat dihitung dengan menggunakan sirkuit *switching* kapasitor ekuivalen kapasitor lain, *Switching* arus $I_{sw}(t)$, yang dihasilkan dari *switching* kapasitor dengan kapasitansi C_j terhadap kapasitor sistem ekuivalen dengan kapasitansi C_{tot} , dapat dilihat pada gambar 2-14



Gambar 2-14. *Switching* Kapasitor Pada Circuit Equivalent Sistem Transien

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{sw}(t) = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V_{LL} \times \sqrt{\frac{C_{eq}}{L_{eq}}} \cdot e^{-\frac{R_{eq}}{L_{eq}} t} \cdot \sin \frac{1}{\sqrt{L_{eq} \times C_{eq}}} t \\ \text{If } \frac{L_{eq}}{C_{eq}} \geq \frac{R_{eq}^2}{4} \end{array} \right. \dots\dots\dots(16)$$

Di mana

C_{eq} : kapasitor ekuivalen dari sirkuit tersebut,

R_{eq} dan L_{eq} : resistansi dan induktansi arus alternatif, antara kapasitor yang sedang di energisasi dengan kapasitor yang sudah dienergisasi.

VLL : sistem maksimum fase ke fase.

Nilai puncak dari arus masuk I_{SWmax} dan nilai $I^2(t)$ dapat dituliskan dalam bentuk nilai daya reaktif dari kapasitor Q_j , nilai kapasitor reaktif dari kapasitor sistem ekuivalen Q_{tot} yang berhubungan dengan impedansi

$$\begin{cases} I_{SW\ max\ j} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot V_{LL} \cdot \sqrt{\frac{C_{eq}}{L_{eq}}} = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{Q_j \cdot Q_{tot}}{(Q_j + Q_{tot}) X_{eq}}} \\ I^2 t_j = \int_0^{\infty} I_{SW}^2(t) dt = \frac{Q_j \cdot Q_{tot}}{3 \cdot (Q_j + Q_{tot}) R_{eq(t)}} \end{cases} \dots\dots\dots(17)$$

Dimana

X_{eq} : reaktansi ekuivalen antar kapasitor.

L_{eq} : induktansi ekuivalen antar kapasitor.

Oleh karena itu, tekanan *Switching Capacitor* yang ditimbulkan oleh pemasangan kapasitor kutub j dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I_{SW\ max\ j} \leq I_{max\ j} \quad I^2 t_{max\ j} \leq I^2 t_{max\ j} \dots\dots\dots(18)$$

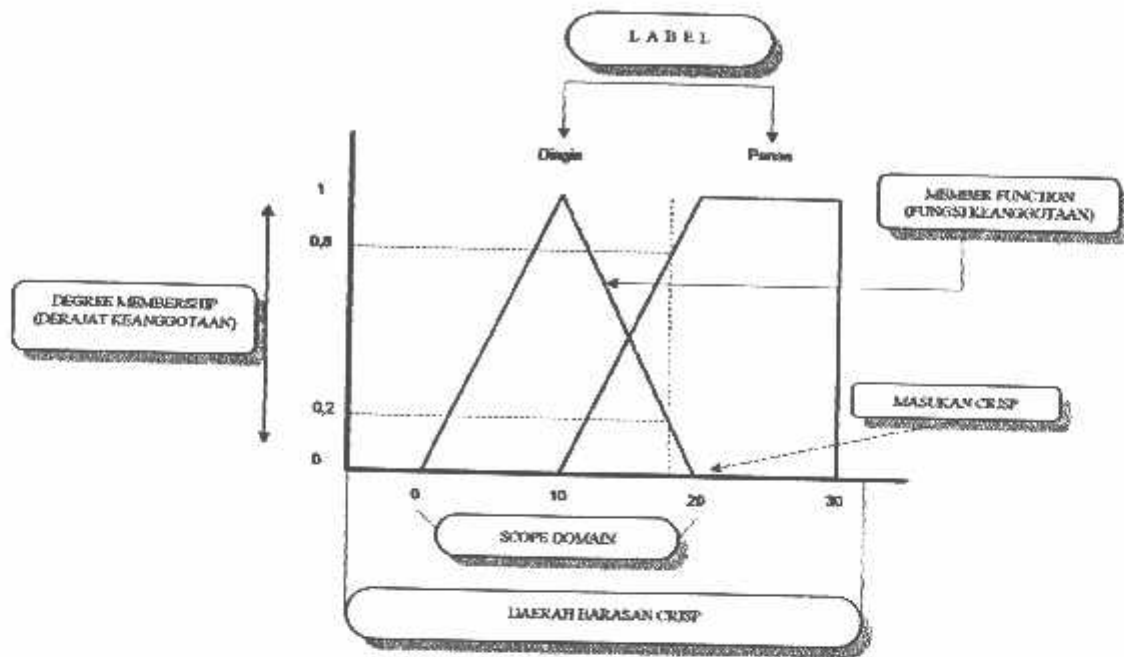
Penggunaan tekanan switching pada pemasangan setiap kapasitor kutub membutuhkan perhitungan parameter sirkuit ekuivalen dari switching : Q_{tot} , R_{eq} , X_{eq} . Perhitungan dari parameter di atas dicapai dengan pengurangan sirkuit dengan melihat pada node kapasitor kutub yang dipertimbangkan. Station capacitor bank

menampilkan sebuah kapasitor ekuivalen pada station bus bar. Kapasitor ini pada gilirannya diparalelkan dengan kapasitor lain pada feeder, di mana kapasitor yang dipertimbangkan kemudian dipasang. Memparalelkan cabang dengan kapasitor bersama-sama kapasitansi mereka dengan hubungan impedansi mereka secara paralel dinamakan back to back capacitor.

2.11. Logika Fuzzy

Menangkap kemampuan dan kecerdasan manusia seringkali merupakan cara yang sangat bermanfaat untuk membuat program computer yang dapat menangani permasalahan nyata yang sering sekali rumit. Tetapi kesulitan segera menghadang: Bagaimana menghadang kecerdasan itu menjadi aturan-aturan yang bersifat crisp (tertentu), sedangkan manusia seringkali tidak bertindak berdasarkan aturan (rule) yang kaku. Manusia sudah terbiasa dengan kalimat "nanti kita bertemu sekitar jam 12.00" dan akan kedengaran aneh dan menyulitkan apabila janji dengan kalimat "nanti kita bertemu jam 12:23:35". Tapi kemungkinan pada kalimat kedua terkadang masih berguna pada suatu kondisi tertentu, tapi sering kali tidak. Perhatikan kalimat berikut: "Gigitlah apel tersebut dengan kekuatan 10,5 Newton". Tentu kalimat yang sangat ilmiah ini akan menjadi sangat lucu dan akan menjadi bahan lawakan saja. Dengan kalimat "Kalau ingin makan apel ini gigitlah agak kuat, karena apel ini masih setengah matang". Perhatikan kata-kata yang dicetak tebal itu tidak memiliki batasan yang jelas, tetapi justru seringkali berguna dalam komunikasi dan kendali manusia dalam kehidupan sehari-hari. Kalimat ini memang "kabur" atau fuzzy.

Karena itu dibutuhkan peralatan matematika yang memungkinkan kata ataupun kalimat yang bersifat fuzzy itu agar dapat dinyatakan dengan persis. Ini memang terlihat kontradiksi, bila semua yang sifatnya kabur atau fuzzy kemudian dinyatakan secara baik oleh tool matematika yang memadai maka sesuatu itu menjadi pasti. Karena itu Lotfi Zadeh menawarkan ide untuk menyajikan variable fuzzy ke dalam konsep yang kemudian dikenal sebagai fungsi keanggotaan (*membership function*) yang menjadi inti dari logika fuzzy yang terkenal itu. Semua himpunan samara dapat didefinisikan secara matematis dengan memberikan setiap elemen dalam semesta pembicaraan yang mewakili keanggotaannya pada himpunan nilai keanggotaan tersebut berhubungan tingkat kemiripan elemen tersebut dengan konsep yang diwakili oleh himpunan, dan biasanya dinyatakan dalam bilangan riil pada selang tertutup antara 0 sampai 1. Fungsi karakteristik sebuah himpunan samar memberikan nilai yang berbeda pada selang tertentu kepada setiap elemen pada semesta pembicaraan dan menandakan tingkat keanggotaan elemen pada elemen yang ditinjau. Nilai yang lebih besar menyatakan tingkat keanggotaan yang lebih tinggi. Fungsi dengan sifat yang lebih umum ini disebut dengan fungsi keanggotaan (*member function*). Sedangkan bagian-bagian penting dalam logika fuzzy adalah:



Gambar 2-15. Bagian-bagian dalam Logika Fuzzy^[2]

Berikut adalah keterangan dari gambar di atas:

Keterangan:

- **Crisp Input (masukan crisp)**
Masukan yang tegas dan tertentu (seperti 20^0), crisp input disini merupakan pernyataan nilai masukan dari system kontrol.
- **Membership Function (fungsi keanggotaan)**
Mendefinisikan fuzzy set dengan mentransformasikan atau memetakan masukan crisp dari domiannya ke derajat keanggotaan.

- **Label**

Nama deskriptif yang digunakan untuk mendefinisikan sebuah fungsi keanggotaan.

- **Degree of Membership Function (derajat keanggotaan)**

Derajat dimana nilai crisp cocok atau kompatibel dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1). Disini derajat keanggotaan juga mengacu sebagai tingkat keanggotaan, nilai kebenaran, atau masukan fuzzy.

- **Scope (domain)**

Scope atau lingkup merupakan lebar fungsi keanggotaan. Jangkauan konsep, biasanya bilangan, tempat dimana fungsi keanggotaan dipetakan. Disini domain dari fuzzy set (fungsi keanggotaan) adalah dari 10^0 sampai 30^0 dan lingkupnya adalah 20^0 .

- **Daerah Batasan Crisp**

Jangkauan seluruh nilai yang mungkin dapat diaplikasikan pada variable system atau sering disebut daerah semesta keseluruhan dari crisp input.

2.11.1. Himpunan Fuzzy

Pada logika fuzzy suatu harga kebenaran diberikan oleh terminology linguistik dengan menyatakan derajat kekaburan (*fuzzyness*). Logika Fuzzy dikembangkan dari logika *Boolean* atau logika klasik (crisp) dimana pada logika fuzzy terdapat level-level diantara 0 sampai dengan 1 atau antara salah dan benar.

Jika X terdiri dari x , maka himpunan fuzzy A didefinisikan sebagai pasangan :

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

dimana :

$\mu_a(x)$: derajat keanggotaan atau fungsi keanggotaan (*degree of membership*)

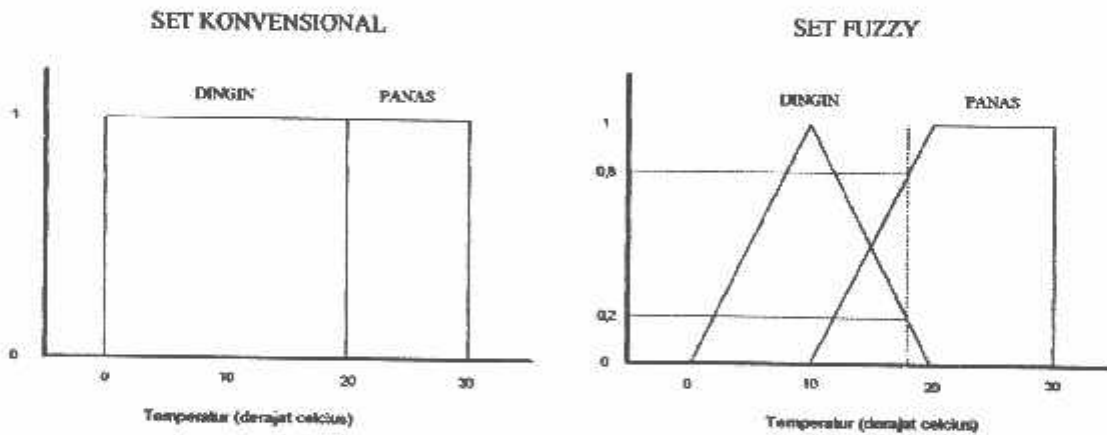
X : semesta pembicaraan (*universe of discourse*)

Himpunan fuzzy dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$A = \mu_1 / x_1 + \mu_2 / x_2 + \dots + \mu_n / x_n$, dimana tanda + menyatakan gabungan

$$= \sum_{i=1}^n \mu_i / x_i$$

Berikut di berikan perbedaan antara boolean logic dan logika fuzzy



Gambar 2-16. Perbandingan Logika Boolean dan Logika Fuzzy^[2]

Himpunan Fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : Dingin, Normal, Panas.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable, seperti : 40, 45, 50, dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu

1. Variabel Fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh : bau listrik, umur, temperature, permintaan, dan sebagainya.

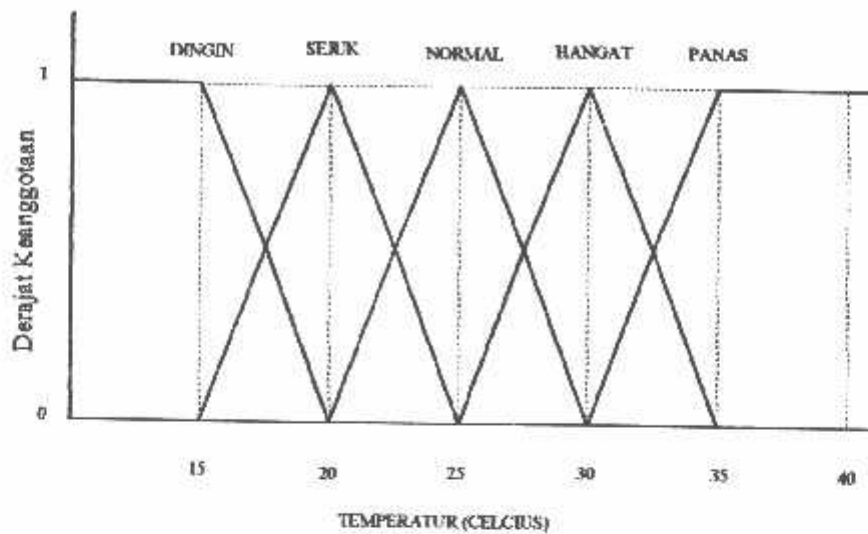
2. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

Contoh :

Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu : DINGIN,

SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS



Gambar 2-17. Himpunan fuzzy pada variabel temperatur^[21]

3. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variable fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif atau negatif. Contoh : Semesta pembicaraan untuk variable temperature : $[0 \ 40]$.

4. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraandan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain juga merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke

kanan. Domain dapat berupa bilangan positif atau negatif. Contoh : domain dalam semesta pembicaraan temperature

- Dingin [0 20]
- Sejuk [10 30]
- Normal [20 40]
- Hangat [30 50]
- Panas [40 60]

2.11.2. Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy

Dalam banyak hal fungsi keanggotaan fuzzy sangat membantu dan mempunyai peranan yang sangat penting dalam himpunan fuzzy karena semua informasi yang terdapat dalam suatu himpunan ditentukan oleh fungsi keanggotaan. Pendefinisian fungsi keanggotaan adalah cara untuk merepresentasikan suatu himpunan fuzzy. Untuk menyatakan suatu fungsi keanggotaan dalam pendefinisian himpunan fuzzy tergantung pada bentuk yang digunakan. Secara umum terdapat 2 metode yaitu : pendefinisian secara numerik dan bentuk fungsional.

1. Definisi Secara Numerik

Fungsi keanggotaan yang didefinisikan secara numerik menggunakan pendukung diskrit. Selain itu dapat juga menggunakan nilai keanggotaan dari bentuk fungsi, yaitu dengan mengambil nilai bentuk fungsi untuk tiap pendukung x yang berhingga jumlahnya.

Contoh : $X = \{6, 7, 8, 9, 10\}$ dan $\mu = \{0,5; 0,8; 1,0; 0,8; 0,5\}$

Maka himpunan fuzzy didefinisikan untuk himpunan elemen x di atas adalah

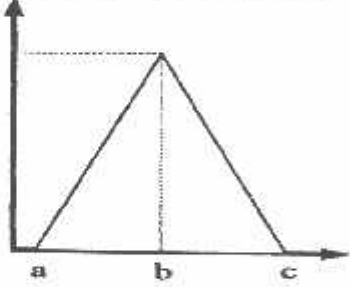
$$F = \{0,5/6; 0,8/7; 1,0/8; 0,8/9; 0,5/10\}.$$

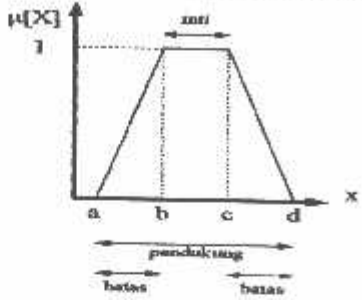
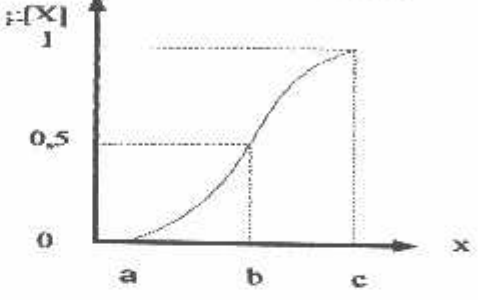
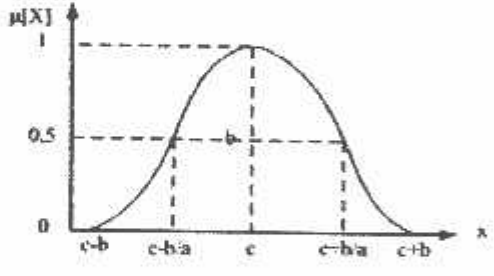
2. Definisi Bentuk Fungsional

Fungsi keanggotaan fuzzy yang didefinisikan dalam bentuk fungsi digunakan pada pendukung kontinyu. Pendefinisian secara fungsional mudah diadaptasi terhadap keadaan semesta pembicaraan dengan cara mengatur parameter yang menentukan titik kerja dan jangkauan kerja.

Ada beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan dalam himpunan fuzzy, bentuk fungsi keanggotaan yang sering digunakan adalah fungsi segitiga, trapesium, S dan μ (Gaussian) seperti pada tabel 2-3 berikut :

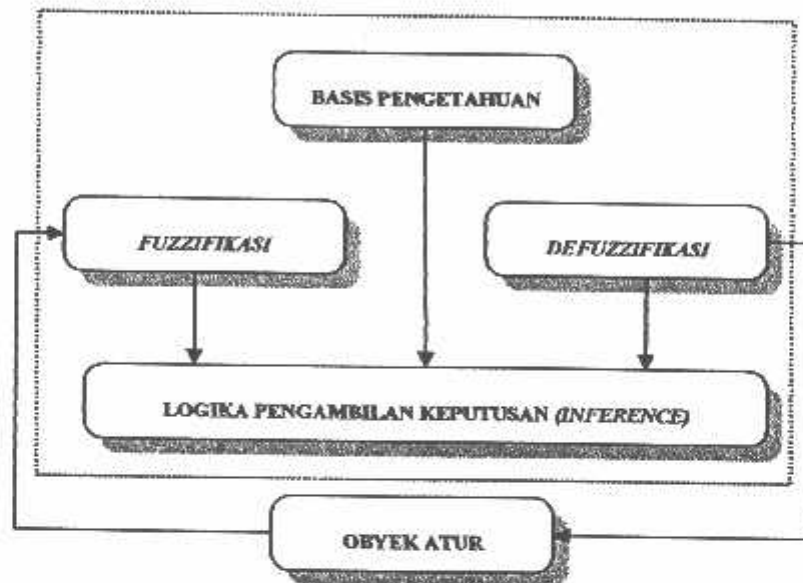
Tabel 2-3. Jenis-jenis fungsi keanggotaan Logika Fuzzy^[2]

FUNGSI KEANGGOTAAN	DEFINISI
<p>FUNGSI KEANGGOTAAN SEGITIGA</p> 	$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a \\ (x-a)/(b-a), & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & \text{untuk } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{untuk } x > c \end{cases}$

<p>FUNGSI KEANGGOTAAN TRAPESIUM</p> 	$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a \text{ or } x > d \\ (x-a)/(b-a) & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{untuk } b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c) & \text{untuk } c \leq x \leq d \end{cases}$
<p>FUNGSI KEANGGOTAAN 'S'</p> 	$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x \leq a \\ 1/\sqrt[2]{(x-a)/(b-a)} & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ 1 - 1/\sqrt[2]{(x-c)/(b-c)} & \text{untuk } b \leq x \leq c \\ 1 & \text{untuk } x > c \end{cases}$
<p>FUNGSI KEANGGOTAAN 'π'</p> 	$\mu(x) = \begin{cases} S(x-c-b:2a) & \text{untuk } x \leq c \\ 1 - S(x-c-b:2a) & \text{untuk } x \geq c \end{cases}$

2.11.3. Bagian-bagian utama logika fuzzy

Perancangan logika fuzzy menggabungkan aspek definisi himpunan fuzzy dengan aspek logika fuzzy untuk memperoleh suatu sistem control yang dapat beroperasi layaknya seorang operator ahli, sehingga dikenal dengan sistem pengaturan cerdas.



Gambar 2-18. Bagian Pokok Logika Fuzzy^[2]

1. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan dalam logika fuzzy adalah bagian yang berisi basis data yang mendefinisikan himpunan fuzzy atas hubungan *input-output* dalam bentuk variabel linguistic. Basis pengetahuan harus disiapkan terlebih dahulu sebelum proses yang lain dimulai, sehingga

pada saat melakukan proses mekanisme inferensi basis pengetahuan yang telah tersedia dapat langsung digunakan.

2. Fuzzifikasi.

Fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non fuzzy (variabel numerik) menjadi variabel fuzzy (variabel linguistik). Nilai *input* yang masih dalam bentuk variabel numerik sebelum diolah oleh pengendali logika fuzzy harus diubah terlebih dahulu kedalam variabel fuzzy. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka input tersebut menjadi informasi fuzzy yang nantinya berguna untuk proses secara fuzzy pula.

3. Aturan-Aturan Fuzzy

Pada bagian ini terdapat aturan-aturan fuzzy (*fuzzy rules*) yang umumnya dinyatakan dalam bentuk "*IF – THEN*" yang merupakan inti dari relasi fuzzy.

Aturan fuzzy merupakan perilaku pengaturan fuzzy didasari oleh seperangkat pernyataan linguistik yang didasarkan pada pengetahuan dan pengalaman tentang obyek atur yang akan diaturinya.

Untuk sistem dengan satu *input* dan satu *output* maka :

- Aturan ke-1 : *IF X is A₁ THEN Y is B₁*
-
-

- Aturan ke-n : *IF X is A_n THEN Y is B_n*

Sedangkan untuk aturan dengan multi *input* dan satu *output* maka :

- Aturan ke-1 : *IF X is A₁ AND Y is B₁ THEN Z is C₁*
-
-
- Aturan ke-n : *IF X is A_n AND Y is B_n THEN Z is C_n*

4. Mekanisme Inferensi

Pada sistem pengaturan fuzzy terdiri dari seperangkat aturan logika fuzzy. Untuk mengkombinasikan aturan kontrol tersebut digunakan kata hubung AND.

Bentuk umum dari relasi kata hubung adalah :

- Rule 1 : Jika *e* adalah A₁ dan *de* adalah B₁, maka *u* adalah C₁
 - Rule 2 : Jika *e* adalah A₂ dan *de* adalah B₂, maka *u* adalah C₂
 -
 -
 - Rule n : Jika *e* adalah A_n dan *de* adalah B_n, maka *u* adalah C_n
 - Kesimpulan : *u* adalah C
-

Maksud dari pernyataan diatas adalah variabel masukan e dan d masing-masing mempunyai variabel linguistik $A(A_1, \dots, A_n)$ dan $B(B_1, \dots, B_n)$ dan variabel keluaran u mempunyai variabel linguistic $C(C_1, \dots, C_n)$. keseluruhan aturan kontrol ini harus dapat menghasilkan satu keluaran berupa kesimpulan. Proses pengambilan kesimpulan ini dinyatakan sebagai mekanisme inferensi.

Metode inferensi yang banyak digunakan seperti Metode Tsukamoto, Metode Mamdani, Metode Sugeno dan lain sebagainya.

2.11.4. Dasar Teori *Fuzzy Expert*

Fuzzy Expert secara sederhana adalah metode hybrid atau penggabungan daripada metode system pakar dan fuzzy logic. Letak penggabungan dari pada kedua metode ini adalah pada konfigurasi expert system yang dimodifikasi pada tahapan diagnosa untuk mengetahui *factor certainly* suatu hipotesa, pada tahap ini tahap diagnosa diimplementasikan oleh fungsi keanggotaan fuzzy dengan aturan kurva segitiga pertumbuhan dan penyusutan, sedangkan untuk motor pengambil keputusan (*inference engine*) diterapkan metode *Forward Chaining* dalam pencarian keputusan pada basis data pengetahuannya.

2.12. Algoritma Genetika^[6]

Algoritma Genetika merupakan metode *adaptive* yang bisa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam “siapa yang kuat, dia yang bertahan (*survive*)”. Dengan meniru proses ini, algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

Algoritma Genetika ditemukan oleh John Holland pada awal tahun 1970 yang dilandasi oleh sifat-sifat evolusi alam. Holland percaya bahwa ini sangat cocok digabungkan dalam sebuah algoritma komputer, menghasilkan sebuah teknik penyelesaian untuk permasalahan-permasalahan yang sulit dengan langkah alami yaitu melalui evolusi. John Holland mulai bekerja dengan algoritma yang dibentuk dari string-string biner 1 dan 0 yang disebut *kromosom*. Seperti halnya alam, algoritma ini menyelesaikan permasalahan-permasalahan dengan menemukan kromosom-kromosom yang baik dengan memanipulasi materi dan sifat (*gene*) kromosom-kromosom. Algoritma ini tidak mengetahui type permasalahan yang akan diselesaikan. Hanya informasi yang telah diberikan dari *evaluasi* berupa nilai fitness setiap kromosom dengan nilai fitness terbaik yang bertahan hidup dan selalu diproduksi.

Sebelum Algoritma Genetika dijalankan, maka sebuah kode yang sesuai (*representasi*) untuk persoalan harus dirancang. Titik solusi dalam ruang

permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string yang terdiri dari komponen genetik terkecil yaitu gen. Pemakaian bilangan seperti integer, floating point dan abjad sebagai *allele* (nilai gen) memungkinkan penerapan operator genetika yaitu proses produksi (*reproduction*), pindah silang (*crossover*), mutasi (*mutation*) untuk menciptakan himpunan titik-titik solusi. Untuk memeriksa hasil optimasi, kita membutuhkan fungsi *fitness* yang menandakan gambaran hasil (*solution*) yang sudah dikodekan. Selama proses, induk harus digunakan untuk reproduksi, pindah silang dan mutasi untuk menciptakan keturunan (*offspring*). Jika Algoritma Genetika didesain dengan baik, populasi akan mengalami konvergensi dan akan mendapatkan sebuah solusi yang optimum.

Algoritma Genetika memiliki empat dasar kerja yaitu :

1. Bekerja dengan mengkodekan parameter-parameter permasalahan dan tidak bekerja secara langsung dengan parameter-parameter tersebut.
2. Mencari solusi masalah dari sejumlah populasi kandidat solusi, tidak hanya memproses satu solusi saja.
3. Hanya memperhitungkan fungsi fitness setiap kandidat solusi untuk mendapatkan hasil optimum global.
4. Menggunakan aturan transisi secara probabilistik bukan deterministik.

2.11.1. Istilah-Istilah Algoritma Genetika

Algoritma Genetika menggunakan mekanisme genetika yang ada pada proses alami dan sistem buatan. Istilah-istilah yang digunakan adalah gabungan dari dua disiplin ilmu, yaitu ilmu Biologi dan ilmu computer. Mitsuo Gen dan Runwei Cheng

(1997) menjelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika sebagai berikut :

Tabel 2-4. Istilah Yang Digunakan Dalam Algoritma Genetika

Istilah	Keterangan
Kromosom	Individu berupa segmen string yang sudah ditentukan
Gen	Bagian dari string
Loci	Posisi dari gen
Allele	Nilai yang dimasukkan dalam gen
Phenotype	String yang merupakan solusi terakhir
Genotype	Sejumlah string hasil perkawinan yang berpotensi sebagai solusi

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam Algoritma Genetika. Parameter tersebut digunakan untuk melihat kompleksitas dari Algoritma Genetika. Parameter yang digunakan tersebut adalah :

a. Jumlah Generasi (MAXGEN)

Merupakan jumlah perulangan (iterasi) dilakukannya rekombinasi dan seleksi. Jumlah generasi ini mempengaruhi kestabilan output dan lama iterasi (waktu proses Algoritma Genetika). Jumlah generasi yang besar dapat mengarahkan kearah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan jika jumlah generasinya terlalu sedikit maka solusi akan terjebak pada local optimum.

b. Ukuran Populasi (POPSIZE)

Ukuran populasi mempengaruhi kinerja dan efektifitas dari Algoritma Genetika. Jika ukuran populasi kecil maka populasi tidak menyediakan cukup materi untuk mencakup ruang permasalahan, sehingga pada umumnya kinerja Algoritma Genetika menjadi buruk. Dalam hal ini dibutuhkan ruang yang lebih besar untuk mempersentasikan keseluruhan ruang permasalahan. Selain itu penggunaan populasi yang besar dapat mencegah terjasinya konvergensi pada wilayah local.

c. Probabilitas Crossover (P_c)

Probabilitas crossover ini digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator crossover. Dalam hal ini, dalam populasi terdapat $P_c \times POPSIZE$ struktur (individu) yang melakukan pindah silang. Semakin besar nilai probabilitas crossover maka semakin cepat struktur baru yang diperkenalkan dalam populasi. Namun jika probabilitas crossover terlalu besar maka struktur dengan nilai fungsi obyektif yang baik dapat hilang dengan lebih cepat dari seleksi. Sebaliknya jika probabilitas terlalu kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses Algoritma Genetika.

d. Probabilitas Mutasi (P_m)

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi, karena frekuensi terjadinya mutasi tersebut menjadi $P_m \times POPSIZE \times N$, dimana N adalah panjang struktur / gen

dalam satu individu. Probabilitas mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba. Dan sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan akan semakin mirip dengan induknya. Dalam Algoritma Genetika, mutasi menjalankan aturan penting yaitu :

1. Mengganti gen-gen yang hilang sama proses seleksi.
2. Menyediakan gen-gen yang tidak muncul pada saat inialisasi awal populasi.

e. Panjang Kromosom (*NVAR*)

Panjang kromosom berbeda-beda sesuai dengan model permasalahan. Titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string yang terdiri dari komponen genetik terkecil yaitu gen. Pengkodean dapat memakai bilangan seperti string biner, integer, floating point dan abjad.

2.12.2. Proses Algoritma Genetika

Sangat perlu untuk mengetahui proses dalam Algoritma Genetika. Dibawah ini akan diuraikan mengenai hal itu, dimana uraian ini merupakan penjabaran dari Algoritma Genetika seperti penjelasan pada bagian berikutnya.

a. Pengkodean atau Representasi

Langkah pertama kali yang dilakukan dalam penggunaan Algoritma Genetika adalah melakukan pengkodean atau representasi terhadap permasalahan yang akan dilakukan.

Secara umum Algoritma Genetika dibentuk oleh serangkaian kromosom yang ditandai dengan x_i ($i = 1, 2, \dots, N$). Setiap elemen dalam kromosom ini adalah variabel string yang disebut gen, berisikan nilai-nilai atau allele. Variabel-variabel ini dapat dinyatakan dalam bentuk bilangan biner, bilangan real (*floating point*), integer, abjad. Pengkodean string biner merupakan pendekatan klasik yang digunakan dalam penelitian Algoritma Genetika karena sederhana. Meskipun representasi dengan cara ini menyulitkan untuk beberapa permasalahan optimasi, misalnya permasalahan *graph coloring*. Digunakan teknik pengkodean yang lain seperti representasi real number (*floating point*), representasi *order-based* (untuk *bin-patching*, *graph coloring*), *embedded lists* (untuk permasalahan penjadwalan (*scheduling*), *variable element list* (untuk semi konduktor layout), dan even *LISP S-expressions*.

Selanjutnya beberapa kromosom dibentuk dan berkumpul membentuk populasi. Populasi inilah populasi awal bagi Algoritma Genetika untuk awal melakukan pencarian.

b. Fungsi *Fitness* (Fungsi Evaluasi)

Dalam Algoritma Genetika, sebuah fungsi *fitness* $f(x)$ harus dirancang untuk masing-masing permasalahan yang akan diselesaikan. Dengan menggunakan kromosom tertentu, fungsi obyektif atau fungsi evaluasi akan mengevaluasi status masing-masing kromosom. Setiap gen x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) dipergunakan untuk menghitung $f_k(x)$ ($k = 1, 2, \dots, \text{POPSIZE}$).

Pada permulaan optimasi, biasanya nilai *fitness* masing-masing individu masih mempunyai rentang yang lebar. Seiring dengan bertambah besar generasi, beberapa kromosom mendominasi populasi dan mengakibatkan rentang nilai *fitness* semakin kecil. Hal ini dapat mengakibatkan konvergensi dini (*premature convergence*).

Permasalahan klasik dalam Algoritma Genetika adalah beberapa kromosom dengan nilai *fitness* yang tinggi (tetap bukan nilai optimum) mendominasi populasi dan mengakibatkan Algoritma Genetika konvergen pada lokal optimum. Ketika mencapai konvergen, kemampuan Algoritma Genetika untuk mencari solusi yang lebih baik menghilang. Tukar silang antara kromosom induk yang hampir identik. Dalam hal ini hanya operasi mutasi yang mampu menghasilkan kromosom yang relatif baru dan merupakan cara untuk menghindari kromosom tertentu mendominasi populasi.

c. Seleksi

Pada Algoritma Genetika terdapat proses seleksi yaitu proses pemilihan kromosom yang akan di-crossover-kan dengan kromosom dari individu lain. Masalah yang paling mendasar pada proses ini adalah bagaimana proses penyeleksiannya. Menurut teori Darwin proses seleksi individu adalah : *“individu terbaik akan tetap hidup dan menghasilkan keturunan”*. Pada proses seleksi ini dapat menggunakan banyak metode seperti *roulette wheel selection*, *rank selection*, *elitesm* dan lain sebagainya.

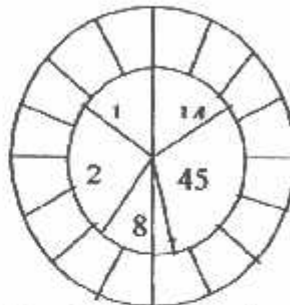
- Roulette Wheel Selection

Dimana setiap individual memiliki harga fitness sehingga didapatkan probabilitas individual $(f(i) / \sum f(i))$ tersebut dicopykan pada populasi yang baru. Untuk individual yang memiliki probabilitas 20% untuk jumlah populasi 10 maka kemungkinan individual tersebut dapat terpilih sebanyak dua kali. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar 3-6.

Adapun algoritma dari *roulette-wheel* adalah sebagai berikut :

1. Menjumlahkan fitness dari seluruh anggota populasi.
 2. Membangkitkan nilai k , suatu nilai random antara 0 dan total fitnessnya.
-

3. Menjumlahkan fitness dari kromosom-kromosom dari populasi mulai 0 hingga total fitness lebih besar atau sama dengan nilai k lalu ambil kromosom tersebut.



Gambar 2-19. Roulette-Wheel

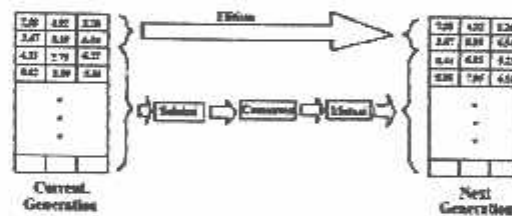
Rank Selection

Apabila fitness yang dimiliki oleh suatu kromosom dalam populasi berbeda terlalu jauh dari kromosom lainnya maka hal ini dapat menjadi permasalahan. Misalnya bila kromosom terbaik mempunyai fitness yang menyebabkan besarnya tempat yang dimilikinya dalam *roulette wheel* sebesar 90% maka kromosom-kromosom yang lain akan mempunyai peluang yang terlalu kecil untuk diseleksi.

Rank selection pertama kali merangking populasi dan kemudian setiap kromosom diberi nilai fitness baru berdasarkan hasil rangking tersebut. Yang pertama akan mempunyai *fitness* 1, yang kedua akan mempunyai *fitness* 2 dan seterusnya sampai yang terakhir akan mempunyai *fitness* N. Dengan demikian semua kromosom akan mempunyai peluang untuk diseleksi.

2.12.3. Elitism

Selama membuat populasi baru dengan crossover dan mutasi, kemungkinan akan terjadi kehilangan kromosom terbaik (*best/few best*). Elitism adalah metode yang pertama kali meng-copy-kan kromosom terbaik (*best/few best*) kedalam populasi baru. Sisanya dikerjakan dengan cara biasa, yaitu melalui seleksi, *crossover* dan mutasi. Elitism dapat secara cepat meningkatkan performansi dari Algoritma Genetika karena *elitism* menghindarkan hilangnya hilangnya solusi terbaik (*best / few best*) yang telah ditemukan. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar 2.20.



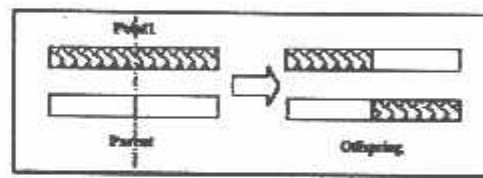
Gambar 2-20. Pembentukan *Next Generation* dalam Algoritma Genetika^[6]

2.12.4. Crossover (Pindah Silang)

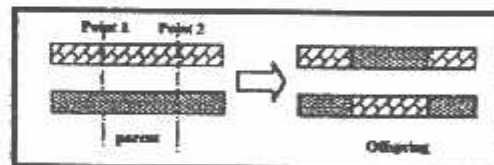
Fungsi dari *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-msteri gen dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, \dots, \text{POPSIZE}$. Probabilitas *crossover* (P_c)

ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator *crossover*. Apabila nilai $r_k < P_c$ maka kromosom ke-k terpilih untuk mengalami *crossover*. *Crossover* yang paling sederhana adalah *one point crossover*. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua parent tersebut dengan batas titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 2-21.

Kemudian ditingkatkan lagi dengan menggunakan *two point crossover*. Penentuan posisi titik persilangan sama seperti sama seperti *one point crossover* sebelumnya. Pemilihan secara random dilakukan 2 kali. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua parent tersebut dengan batas dua titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 2-22.



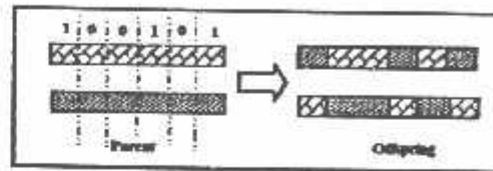
Gambar 2-21. Ilustrasi operator dengan *One Point Crossover*^[6]



Gambar 2-22. Ilustrasi operator dengan *Two Point Crossover*^[6]

Untuk *crossover* uniform dibangkitkan suatu nilai random 0 dan 1 sepanjang jumlah kromosom untuk nilai loci. Jika nilai yang dibangkitkan mempunyai nilai 1

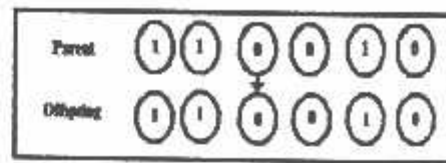
maka *allele* parent 2 dan offspring 2 untuk loci tersebut diambil dari *allele* parent 1 dan offspring 2 untuk loci tersebut diambil dari *allele* parent 2. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 2-23.



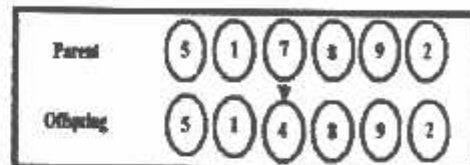
Gambar 2-23. Ilustrasi operator *crossover* dengan *uniform crossover*^[6]

2.12.5. Mutation (Mutasi)

Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih nilai gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, \dots, NVAR$ (panjang kromosom). Probabilitas mutasi (P_m) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator mutasi. Apabila nilai random $r_k < P_m$ maka gen ke- k kromosom tersebut terpilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan mengganti gen 0 dengan 1 atau sebaliknya gen 1 dengan 0. Biasanya disebut flip yaitu membalik nilai ke 1 atau 1 ke 0. Ilustrasi kerja operator untuk representasi string biner digambarkan pada gambar 2-24. Untuk bentuk representasi integer atau floating point, atau selain string biner, seperti gambar 2-25, proses mutasi terjadi apabila nilai $r_k < P_m$ memenuhi maka gen ke- k digantikan oleh suatu nilai random yang dibangkitkan pada range tertentu sesuai dengan pembentukan populasi awal.



Gambar 2-24. Ilustrasi operator mutasi untuk representasi string biner^[6]



Gambar 2-25. Ilustrasi operator mutasi untuk representasi integer^[6]

Untuk parameter control seperti besarnya populasi, probabilitas crossover dan probabilitas mutasi merupakan kemajuan dari pencarian di dalam metode algoritma genetika. Variasi tersebut dapat memberikan beberapa hasil pencarian walupun sangat sulit menentukan kombinasi yang optimal dari beberapa parameter pada tiap-tiap prose pencarian yang terjadi.

Proses optimasi dasar adalah mengkombinasi atau menggabungkan bagian populasi yang sehat untuk menghasilkan individu yang sehat sebagai kemajuan dari pencarian tersebut.

Langkah kerja di dalam penerapan metode Algoritma Genetika adalah :

1. Identifikasi parameter yang berpengaruh .
2. Konversi parameter ke dalam substring.
3. Menyusun substring tersebut (gen) menjadi string (kromassom, individu).

4. Melakukan ranking terhadap nilai kecocokan masing-masing individu.
5. melakukan reproduksi, crossover dan mutasi.
6. Menjadi string yang terpilih menjadi parameter.
7. Mengukai proses tersebut sampai diperoleh sesuatu nilai parameter yang konvergen.

2.13. Penerapan Algoritma genetika

GA adalah teknik optimasi berdasarkan pada teori seleksi alami. Ukuran populasi (*popsize*) yang konstan pada string atau individu, menggambarkan solusi pencampuran switched kapasitor yang memungkinkan dan yang memperbanyak untuk membentuk generasi berikutnya. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai *fitness* dari kromosom induk (*parent*) dan nilai *fitness* dari kromosom anak (*offspring*), serta menolak kromosom-kromosom yang lain sehingga ukuran populasi (jumlah kromosom dalam suatu populasi) konstan. Setelah melalui beberapa generasi, maka algoritma ini akan konvergen ke kromosom terbaik atau optimal yang menyeluruh.

2.13.1. Pengkodekan

Pengkodekan merupakan digunakan sebagai gambaran dari masing-masing bagian kromosom dalam algoritma genetika. Kromosom pada bagian ini merupakan terdiri dari 3 bagian . Bagian pertama diasumsikan sebagai lokasi yang nilai integer yang menyatakan nomor bus. Bagian kedua dari kromosom tersusun atas nilai integer yang berisikan no urut switched kapasitor. Bagian ketiga diasumsikan keputusan

yang bernilai biner. Jika 1, maka switched kapasitor harus ditempatkan pada bus tersebut dan jika 0, maka sebaliknya. Panjang kromosom menyatakan jumlah bus.

2.13.2. Fungsi Tujuan (*Objective Functions*)

Tujuan dari pemilihan kapasitor dalam sistem distribusi adalah untuk mengurangi kehilangan energi dan memperbaiki tingkat tegangan dalam batas yang diijinkan, Maka di dapat jatuh tegangan selum kapasitor :

$$\delta V = IR \cos \varphi + IX_L \sin \varphi \text{ volt} \dots \dots \dots (2.1)$$

Sesudah kapasitor terpasang

$$\delta V = IR \cos \theta + I (X_L X_C) \sin \theta \text{ Volt} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$(\delta V_C)\% = \frac{X_L \cdot Q_C}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 1000 \cdot V_f} \cdot 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana: Q_C = Daya kapasitor kVAR

X_I = Reaktansi saluran dari sumber
sampai lokasi kapasitor dalam ohm.

x = Reaktansi saluran/km/fasa dalam ohm/km perfasa.

L = Jarak lokasi kapasitor, diukur mulai
dari titik sumber, dalam km.

V = Tegangan feeder

$$\text{Rugi daya} : (I^2 R) = (I_R^2 + I_X^2) R \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\text{Rugi daya reaktif} : (I^2 X) = (I_R^2 + I_X^2) X \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana: I_R adalah komponen arus aktif

I_X adalah komponen arus reaktif

BAB III
TEORI A FUZZY-GENETIC ALGORITHM
SISTEM DISTRIBUSI RADIAL

3.1. Metode Newton Raphson^[3]

Secara matematis persamaan aliran daya *Newton Raphson* dapat diselesaikan dengan menggunakan koordinat rektanguler, koordinat polar atau bentuk hibrid (gabungan antara bentuk kompleks dengan bentuk polar). Dalam pembahasan skripsi ini menggunakan bentuk polar.

Hubungan antara arus simpul I_p dengan tegangan simpul V_q pada suatu jaringan dengan n simpul dapat dituliskan :

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots (3.1)$$

Injeksi daya pada simpul p adalah :

$$S_p = P_p - jQ_p = V_p^* \cdot I_p \dots\dots\dots (3.2)$$

$$= V_p^* \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dalam penyelesaian aliran daya dengan *Newton Raphson* bentuk persamaan aliran daya yang dipilih adalah polar, dimana tegangan dinyatakan dalam bentuk polar , yaitu :

$$V_p^* = |V_p| e^{-j\theta_p}$$

$$V_q = |V_q| e^{j\theta_q}$$

$$Y_{pq}^* = |V_{pq}| e^{j\theta_{pq}}$$

Maka persamaan (3.3) dapat ditulis :

$$P_p - jQ_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| e^{-j(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq})} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan memisahkan bagian riil dan bagian imajiner maka diperoleh :

$$P_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \dots\dots\dots (3.5)$$

$$Q_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \dots\dots\dots (3.6)$$

Kedua persamaan diatas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan serempak (simultan) yang tidak linier untuk setiap simpul sistem tenaga listrik. Untuk mengetahui magnitude tegangan (V) dan sudut fasa (δ) disetiap simpul dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (3.5) dan (3.6) yang dilinierkan dengan metode *Newton Raphson* yang dapat dilihat dari persamaan dibawah ini :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta V \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana :

ΔP = selisih injeksi bersih daya nyata dengan penjumlahan aliran daya nyata tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan V yang didapat dari perhitungan iterasi ke-k

ΔQ = selisih injeksi bersih daya reaktif dengan penjumlahan aliran daya reaktif tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan V yang didapat dari perhitungan iterasi ke-k

$\Delta\delta$ = vektor koreksi sudut fasa tegangan

$\Delta|V|$ = vektor koreksi magnitude tegangan

H, L, M, N merupakan elemen-elemen off diagonal dan diagonal dari sub matriks Jaqobian yang dibentuk dengan mendefinisikan persamaan (3.5) dan (3.6), dimana:

$$H_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} \qquad N_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial |V_q|}$$

$$M_{pq} = \frac{\partial Q_p}{\partial \delta_q} \qquad L_{pq} = \frac{\partial Q_p}{\partial |V_q|}$$

Persamaan (3.7) diselesaikan untuk menghitung vektor koreksi magnitude tegangan $\Delta(|V|)$ dan sudut fasa tegangan ($\Delta\delta$) yang baru. Sehingga diperoleh harga magnitude tegangan dan sudut fasa yang baru, yaitu :

$$|V|^{k+1} = |V|^k + \Delta|V|^k \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\delta^{k+1} = \delta^k + \Delta\delta^k \dots\dots\dots (3.9)$$

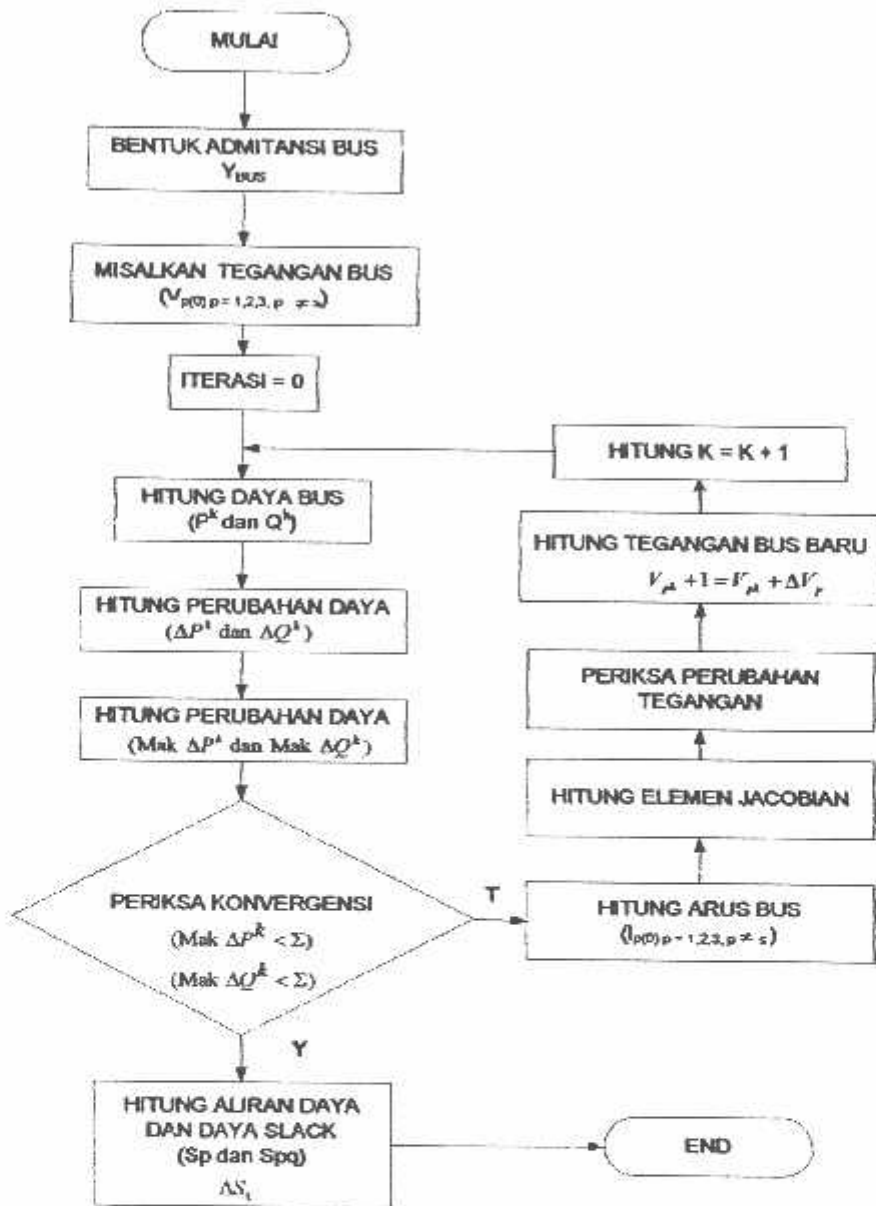
Proses perhitungan akan berulang sampai selisih daya nyata dan daya reaktif antara yang dijadwalkan dengan yang dihitung, yaitu ΔP dan ΔQ untuk semua simpul mendekati nilai toleransi atau proses perhitungan iterasi mencapai konvergen.

3.1.1. Algoritma Aliran Daya *Newton Raphson*

1. Tentukan nilai $P_{p(\text{ditetapkan})}$ dan $Q_{p(\text{ditetapkan})}$ yang mengalir ke dalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau perkiraan dari besar dan sudut tegangan untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
2. Hitung ΔP pada setiap rel.

3. Hitung nilai-nilai matrik Jacobian dengan menggunakan nilai-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari besar dan sudut tegangan dalam persamaan untuk turunan parsial yang ditentukan dengan differensiasi persamaan (3.5) dan (3.6).
 4. Balikkan Jacobian itu dan hitung koreksi-koreksi tegangan $\Delta\delta_q$ dan $\Delta|V_q|$ pada nilai sebelumnya.
 5. Hitung nilai baru dari δ_q dan $|V_q|$ dengan menambahkan $\Delta\delta_q$ dan $\Delta|V_q|$ pada nilai sebelumnya.
 6. Kembali ke langkah pertama dan ulangi proses itu dengan menggunakan nilai untuk besar dan sudut tegangan yang ditentukan paling akhir sehingga semua nilai ΔP dan ΔQ atau semua nilai $\Delta\delta$ dan $\Delta|V|$ lebih kecil dari suatu indeks ketetapan yang telah dipilih.
-

3.1.2. Flowchart Algoritma Aliran Daya Newton Raphson



Gambar 3-1. Flowchart Algoritma Aliran Daya Newton Raphson

3.1.3. Algoritma Pemecahan Masalah

1. Masukan Data Beban P, Q, Data Saluran R, X, Daya Dasar (P) dan Tegangan Dasar (V) dan Data Kapasitor.
2. Melakukan proses Aliran Daya dengan Menggunakan Metode Newton Raphson.
3. Mengecek apakah ada pelanggaran tegangan
 - a. 'Ya' lanjutkan ke langkah 5.
 - b. 'Tidak' Langsung ke langkah 4.
4. Melakukan Program *Genetic Algoritma* (GA).
5. Cetak hasil.
6. Stop

3.1.4. Algoritma Program Solusi *Algoritma Genetika*

1. Start.
 2. Memasukkan data Bus, Saluran, Tegangan dasar (V), Daya dasar (P), Data beban P,Q, Data Harga kapasitor.
 3. Memasukkan parameter-parameter GA, Jumlah Generasi, Jumlah Populasi, Probabilitas crossover, Probabilitas Mutasi.
 4. Melakukan proses Populasi = 0, dan Generasi = 0
 5. Menjalankan Inisial Populasi.
 6. Menjalankan Evaluasi Fitness Populasi.
 7. Kemudian melanjutkan proses Statistika.
 8. Menjalankan proses Crossover.
-

9. Kemudian masuk melalui proses Mutasi.
10. Mengecek apakah Offspring dan Populasi Maximum sudah selesai. Jika belum maka, kembali menuju $\text{Populasi} = \text{Populasi} + 1$, sampai ketahap 7, dan seterusnya hingga proses selesai.
11. Jika sudah melakukan offspring maka menjalankan proses Evaluasi Fitness Offspring.
12. Kemudian masuk ke proses Elitism sampai menjalankan ke proses 13.
13. Kemudian mengecek lagi apakah Sudah diproses $\text{Generasi} = \text{Maxgen}$ jika belum kembali ke $\text{Generasi} = \text{Generasi} + 1$ dan kembali kelangkah 7, dan sampai selesai pemrosesan.
14. Jika $\text{Generasi} = \text{Maxgen}$ sudah selesai maka ke langkah 15.
15. Kemudian Cetak Hasil.
16. Stop.

3.2. Program Komputer Penentuan Letak, Kapasitas Kapasitor, Jumlah Pada Jaringan Distribusi Radial Penyulang Tumpang

Dalam memilih suatu metode solusi untuk aplikasi praktis itu memerlukan analisa yang dicerminkan atas kelebihan – kelebihan dan kekurangan – kekurangan dari metode yang ada. Untuk solusi dari permasalahan di atas maka digunakan Fuzzy dan Algoritma Genetika dalam mengotimalisasi dalam masalah penentuan letak kapasitor.

Dalam perhitungan analisis penentuan letak kapasitor disini menggunakan program komputer. Pada prinsipnya penggunaan program komputer yang dapat menganalisis sebuah jaringan distribusi system radial dengan jumlah cabang atau jumlah bus yang tidak terbatas, maka hal ini menyangkut masalah perangkat komputer seperti Memori, Prosesor, Vga yang berada dalam computer yang digunakan.

Bus – bus yang dianalisis diklasifikasikan, yaitu bus GI pakis pada penyulang Tumpang yang diasumsikan 1 sebagai *slack bus*, sedangkan bus – bus lain yang berjumlah 129 di katakana sebagai *load bus*. Dalam melakukan analisis membutuhkan riil, diantaranya data gardu dan presentase pembebanan Penyulang Tumpang pada saat beban puncak, data panjang saluran Penyulang Tumpang, data pembebanan sistem 20 kV pada Penyulang Tumpang pada saat beban puncak.

3.3. Data

Data analisis ini digunakan data saluran distribusi radial Penyulang Tumpang GI Pakis. Data yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) Distribusi Area Malang UPJ Malang.

Untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya terlebih dahulu ditetapkan *single line diagram* yang akan di analisis. *Single line* Penyulang Tumpang dapat dilihat pada lampiran, agar memudahkan perhitungan, maka digunakan sistem per-unit (pu), dimana dasar yang digunakan :

- Tegangan dasar 20 kV
- Daya dasar 30 MVA

3.4. Data Saluran

Jaringan distribusi primer GI Pakis menggunakan saluran kabel udara dengan spesifikasi seperti pada tabel 3-1.

Tabel 3-1. Data Spesifikasi Saluran penyulang Tumpang

Jenis Konduktor	Penampang Nominal (mm)	Impedansi Saluran (Ω/km)	Kuat Hantar Arus (A)
AAAC	150	0.2162+j0.3305	425

Sumber : PT. PLN (Persero) UED Jatim Area pelayanan Malang

3.5. Analisa Perhitungan

Perhitungan penempatan kapasitor diawali dengan melakukan studi aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson*. Studi aliran daya dilakukan untuk mengetahui harga tegangan dan sudut fasa di tiap-tiap bus. Setelah studi aliran daya dilakukan, barulah dilakukan perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada saluran.

Untuk memudahkan perhitungan dan analisa pada sistem tenaga, biasanya dipakai harga-harga dalam per-satuan. Harga per-satuan adalah harga yang sebenarnya dibagi dengan harga dasar, dimana harga dasar ini dapat dipilih sembarang. Harga yang dipilih pada studi ini adalah 150/20 kV -30 mVA sebagai harga tegangan dasar dan daya dasar. Mengingat bahwa pada jaringan tidak dilakukan

pengukuran faktor daya, maka pada perhitungan ini diambil harga faktor daya sebesar 0,85.

Perhitungan diawali dengan menampilkan single line diagram dari penyulang yang mewakili keadaan sistem yang sesungguhnya. Pada penyulang ini jumlah bus dan jumlah saluran masing-masing adalah :

- Slack bus = 1
- Load bus = 129
- Jumlah saluran = 128

Dengan mengacu pada gambar single line diagram penyulang Tumpang, maka dapat diperoleh hasil impedansi saluran seperti pada table 3-2 dibawah ini. Setelah itu baru kita lakukan perhitungan aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson*.

Adapun data impedansi saluran Penyulang Tumpang dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Tabel 3-2. Data Impedansi Saluran Penyulang Tumpang

Dari Bus	Ke Bus	Jenis Kabel	Z (Ohm/kM)	Jarak (kM)	R(Ohm)	X(Ohm)
1	2	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3305	1,80414	0,82246	1,25727
2	3	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3305	0,82665	0,17872	0,27321
2	4	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3306	0,65357	0,5737	0,877
4	5	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3307	0,32118	0,06944	0,10615
5	6	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3308	0,45644	0,09868	0,15085
5	7	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3309	0,61128	0,13216	0,20203
7	8	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3310	0,35097	0,07588	0,116
8	9	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3311	0,66696	0,1442	0,22043
9	10	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3312	0,41766	0,0903	0,13804
9	11	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3313	0,91795	0,19846	0,30338
11	12	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3314	0,04103	0,00887	0,01356
11	13	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3315	0,41039	0,08873	0,13563
8	14	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3316	0,1754	0,03792	0,05797
14	15	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3317	0,19514	0,04219	0,06449

15	16	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3318	1.10235	0.23833	0.36433
15	17	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3319	0.62622	0.13539	0.20697
17	18	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3320	1.24697	0.26959	0.41212
18	19	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3321	1.05759	0.22865	0.34953
17	20	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3322	1.12091	0.24234	0.37046
20	21	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3323	1.63111	0.35265	0.53908
21	22	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3324	0.38403	0.08303	0.12692
22	23	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3325	0.10687	0.02311	0.03532
23	24	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3326	0.14463	0.03127	0.0478
24	25	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3327	0.21983	0.04753	0.07265
25	26	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3328	0.21553	0.0466	0.07123
25	27	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3329	0.05738	0.01241	0.01896
27	28	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3330	0.09667	0.0209	0.03195
28	29	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3331	0.1432	0.03096	0.04733
29	30	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3332	0.7055	0.15253	0.23317
28	31	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3333	0.09171	0.01983	0.03031
31	32	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3334	5.81678	1.25759	1.92245
31	33	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3335	0.13107	0.02834	0.04332
33	34	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3336	0.28721	0.06209	0.09492
34	35	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3337	1.40329	0.30339	0.46379
35	36	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3338	0.20561	0.04445	0.06795
35	37	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3339	0.6874	0.14862	0.22719
34	38	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3340	0.44708	0.09666	0.14776
38	39	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3341	0.45447	0.09826	0.1502
22	40	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3342	0.3683	0.07963	0.12172
40	41	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3343	0.37527	0.08113	0.12403
41	42	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3344	0.07926	0.01714	0.0262
42	43	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3345	1.36049	0.29414	0.44964
43	44	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3346	1.0827	0.23408	0.35783
44	45	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3347	0.09054	0.01957	0.02992
45	46	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3348	0.13481	0.02915	0.04455
45	47	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3349	0.31916	0.069	0.10548
47	48	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3350	0.07734	0.01672	0.02556
48	49	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3351	1.98504	0.42917	0.65606
49	50	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3352	0.8712	0.18835	0.28793
50	51	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3353	1.02611	0.22184	0.33913
48	52	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3354	2.27173	0.49115	0.75081
52	53	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3355	0.26156	0.05655	0.08645
53	54	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3356	0.07325	0.01584	0.02421
53	55	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3357	1.88792	0.40817	0.62396
55	56	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3358	1.6756	0.36226	0.55379
55	57	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3359	0.48563	0.10499	0.1605
57	58	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3360	2.1451	0.46377	0.70896
52	59	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3361	0.49853	0.10778	0.16476
59	60	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3362	0.25835	0.05586	0.08538
60	61	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3363	1.62653	0.35166	0.53757

60	62	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3364	0.85873	0.18566	0.28381
62	63	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3365	1.04437	0.22579	0.34516
62	64	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3366	0.2175	0.04702	0.07188
64	65	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3367	0.30139	0.06516	0.09961
64	66	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3368	1.20862	0.2613	0.39945
66	67	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3369	0.21159	0.04575	0.06993
42	68	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3370	0.42204	0.09125	0.13948
68	69	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3371	0.46147	0.09977	0.15252
69	70	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3372	0.59644	0.12895	0.19712
69	71	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3373	0.14444	0.03123	0.04774
71	72	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3374	0.36326	0.07854	0.12006
72	73	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3375	0.06005	0.01298	0.01985
73	74	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3376	1.2255	0.26495	0.40503
74	75	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3377	0.54189	0.11716	0.17909
75	76	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3378	0.53488	0.11564	0.17678
76	77	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3379	0.04909	0.01061	0.01622
77	78	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3380	0.56593	0.12235	0.18704
78	79	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3381	0.90865	0.19645	0.30031
79	80	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3382	0.40073	0.08664	0.13244
79	81	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3383	0.06005	0.01298	0.01985
77	82	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3384	0.21926	0.0474	0.07247
82	83	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3385	0.50759	0.10974	0.16776
83	84	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3386	0.96079	0.20772	0.31754
84	85	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3387	0.5969	0.12905	0.19728
84	86	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3388	1.22914	0.26574	0.40623
85	87	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3389	0.25168	0.05441	0.08318
87	88	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3390	1.93151	0.41759	0.63836
88	89	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3391	0.02097	0.00453	0.00693
89	90	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3392	0.99091	0.21423	0.3275
90	91	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3393	1.41627	0.3062	0.46808
89	92	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3394	0.64097	0.79123	1.20954
92	93	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3395	0.21263	0.16297	0.24913
92	94	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3396	0.38759	0.40005	0.61154
94	95	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3397	0.37838	0.27243	0.41646
77	96	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3398	0.91237	0.19725	0.30154
96	97	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3399	1.10752	0.23945	0.36604
97	98	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3400	1.15876	0.25052	0.38297
97	99	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3401	2.1284	0.46016	0.70344
99	100	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3402	2.04255	0.4416	0.67506
100	101	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3403	1.19628	0.25864	0.39537
101	102	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3404	3.20652	0.69325	1.05975
76	103	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3405	1.35951	0.29393	0.44932
103	104	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3406	0.18837	0.04073	0.06226
104	105	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3407	0.24406	0.05277	0.08066
105	106	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3408	2.54212	0.54961	0.84017
106	107	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3409	0.48657	0.1052	0.16081

107	108	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3410	0.25466	0.05506	0.08417
107	109	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3411	2.00062	0.43253	0.6612
109	110	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3412	1.2041	0.3736	0.57111
104	111	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3413	0.74333	0.16071	0.24567
111	112	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3414	0.88399	0.19112	0.29216
112	113	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3415	0.71388	0.15434	0.23594
113	114	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3416	1.58924	0.34359	0.52524
114	115	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3417	1.10974	0.23993	0.36677
115	116	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3418	1.79788	0.3887	0.5942
116	117	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3419	1.08765	0.23515	0.35947
117	118	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3420	0.43158	0.09331	0.14264
118	119	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3421	3.89207	0.84147	1.28633
118	120	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3422	1.48363	0.32119	0.491
120	121	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3423	2.2495	0.48634	0.74346
112	122	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3424	1.07319	0.23202	0.35469
122	123	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3425	1.40817	0.30445	0.4654
123	124	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3426	1.90856	0.41263	0.63078
124	125	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3427	8.22295	1.7778	2.71768
125	126	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3428	0.79359	0.17157	0.26228
126	127	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3429	3.11916	0.67436	1.03088
127	128	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3430	6.68201	1.44465	2.2084
128	129	AAAC 150 mm ²	0,2162 + j0,3431	0.78414	0.16953	0.25916

3.5.1. Data Pembebanan Penyulang Tumpang

Data pembebanan diperoleh dengan menganbil data dari masing – masing trafo distribusi, data pembebanan dapat dilihat pada Tabel 3-3

Tabel 3-3. Data Pembebanan Penyulang Tumpang

No. Bus	No. Gardu	Beban (kVA)	P (kW)	Q (kVAR)	Type Node
1	-	0	0	0	slack
2	-	0	0	0	load
3	86	45.68	38.828	24.06343	load
4	43	97.9	83.215	51.57203	load
5	-	0	0	0	load
6	42	93.53	79.5005	49.26998	load
7	41	56.5	48.025	29.76322	load
8	-	0	0	0	load
9	-	0	0	0	load
10	72	47.74	40.579	25.14861	load
11	-	0	0	0	load
12	68	85.89	73.0065	45.24537	load

13	115	22.46	19.091	11.83154	load
14	56	89.15	75.7775	46.96268	load
15	-	0	0	0	load
16	64	64.02	54.417	33.72463	load
17	-	0	0	0	load
18	55	71.28	60.588	37.54907	load
19	65	103.25	87.7625	54.39031	load
20	10	108.86	92.531	57.34556	load
21	152	85.54	72.709	45.06099	load
22	-	0	0	0	load
23	2	99.9	84.915	52.62559	load
24	45	120.51	102.4335	63.48258	load
25	-	0	0	0	load
26	141	48.4	41.14	25.49628	load
27	1	62.64	53.244	32.99767	load
28	-	0	0	0	load
29	61	118.92	101.082	62.645	load
30	16	103.92	88.332	54.74326	load
31	-	0	0	0	load
32	93	64.56	54.876	34.00909	load
33	46	147.49	125.3665	77.69518	load
34	-	0	0	0	load
35	-	0	0	0	load
36	36	47.95	40.7575	25.25923	load
37	37	62.87	53.4395	33.11883	load
38	149	107.88	91.698	56.82932	load
39	3	150.9	128.265	79.49151	load
40	147	95.68	81.328	50.40257	load
41	17	102.13	86.8105	53.80032	load
42	-	0	0	0	load
43	39	87.82	74.647	46.26206	load
44	39	133.15	113.1775	70.14111	load
45	-	0	0	0	load
46	40	73.04	62.084	38.47621	load
47	160	36.8	31.28	19.3856	load
48	-	0	0	0	load
49	57	91.15	77.4775	48.01624	load
50	73	56.94	48.399	29.99501	load
51	91	146.2	124.27	77.01563	load
52	-	0	0	0	load
53	-	0	0	0	load
54	50	101.01	85.8585	53.21032	load
55	-	0	0	0	load
56	79	60.48	51.408	31.85982	load
57	78	61.11	51.9435	32.19169	load
58	863	89.6	76.16	47.19973	load

59	49	89.45	76.0325	47.12071	load
60	-	0	0	0	load
61	77	30.74	26.129	16.1933	load
62	-	0	0	0	load
63	116	20.83	17.7055	10.97288	load
64	-	0	0	0	load
65	51	58.22	49.487	30.66929	load
66	140	86.32	73.372	45.47188	load
67	58	137.7	117.045	72.53798	load
68	60	38.18	32.453	20.11256	load
69	-	0	0	0	load
70	161	33.87	28.7895	17.84213	load
71	47	37.28	31.688	19.63846	load
72	20	67.8	57.63	35.71587	load
73	167	80.01	68.0085	42.14788	load
74	70	80.09	68.0765	42.19003	load
75	21	105.12	89.352	55.3754	load
76	-	0	0	0	load
77	-	0	0	0	load
78	224	100.33	85.2805	52.85211	load
79	-	0	0	0	load
80	53	38.85	33.0225	20.46551	load
81	52	44.9	38.165	23.65254	load
82	22	112.44	95.574	59.23145	load
83	54	106.59	90.6015	56.14977	load
84	-	0	0	0	load
85	111	30.6	26.01	16.11955	load
86	74	94.89	80.6565	49.98641	load
87	160	108.34	92.089	57.07164	load
88	75	51.05	43.3925	26.89226	load
89	-	0	0	0	load
90	103	44.1	37.485	23.23112	load
91	104	43.46	36.941	22.89398	load
92	-	0	0	0	load
93	98	65.63	55.7855	34.57275	load
94	170	25.88	21.998	13.63314	load
95	99	59.84	50.864	31.52268	load
96	107	54.15	46.0275	28.52528	load
97	-	0	0	0	load
98	101	86.31	73.3635	45.46661	load
99	100	42.95	36.5075	22.62532	load
100	135	35.92	30.532	18.92203	load
101	165	7.05	5.9925	3.71382	load
102	164	6.13	5.2105	3.22918	load
103	23	106.79	90.7715	56.25512	load
104	-	0	0	0	load

105	168	70.07	59.5595	36.91166	load
106	24	57.66	49.011	30.37429	load
107	-	0	0	0	load
108	25	92.86	78.931	48.91704	load
109	85	129.15	109.7775	68.03398	load
110	122	33.12	28.152	17.44704	load
111	26	25.06	21.301	13.20117	load
112	-	0	0	0	load
113	108	27.87	23.6895	14.68143	load
114	77	79.79	67.8215	42.03199	load
115	28	56.13	47.7105	29.56831	load
116	29	66.28	56.338	34.91516	load
117	30	57.81	49.1385	30.45331	load
118	-	0	0	0	load
119	139	34.63	29.4355	18.24248	load
120	83	50.88	43.248	26.8027	load
121	84	64.99	55.2415	34.23561	load
122	112	59.16	50.286	31.16446	load
123	112	22.08	18.768	11.63136	load
124	114	38.25	32.5125	20.14944	load
125	154	4.38	3.723	2.30731	load
126	155	19.87	16.8895	10.45717	load
127	156	33.17	28.1945	17.47338	load
128	157	16.01	13.6085	8.43379	load
129	158	17.64	14.994	9.29245	load

3.5.2. Data kapasitas dan Harga Switched Kapasitor

Biaya instalasi switched kapasitor merupakan hubungan antara kapasitas switched kapasitor, umur penggunaan kapasitor serta biaya pembelian dan operasional. Berdasarkan referensi, Tabel 3-4 menunjukkan berapa kapasitas *switched* kapasitor dan harga.

Tabel 3-4. Daftar Kapasitas dan Harga Switched Kapasitor

No	Kapasitas Switched Kapasitor	Harga (\$)
1	150	1260
2	300	2520
3	450	3780
4	600	5040
5	900	7560
6	1200	10080

Sumber : Lee, S. H. And J. J. Grainger, "Optimum placement of Fixed And Switched Capacitor On Primary Distribution Feeder", IEEE Trans. On Power Apparatus and System.

3.6 Algoritma Program

3.6.1. Flowchart Algoritma Penyelesaian Masalah

1. Algoritma untuk pengidentifikasian kandidat kutub

Algoritma berikut ini menjelaskan metodologi untuk mengidentifikasi kandidat kutub, dimana hal ini untuk menentukan penempatan kapasitor yang paling cocok.

1. Bacalah baris dan data muatan dari sistem distribusi radial
2. Tentukan total kehilangan daya aktif dari sistem kondisi dasar dengan cara mengalirkan alur muatan
3. Tentukan total kehilangan daya aktif untuk masing-masing kondisi dengan cara mengkompensasikan daya reaktif mandiri pada tiap-tiap kutub dan memberikan aliran alur muatan.
4. Hitunglah penurunan kehilangan daya dan indeks kehilangan daya
5. PLI dan tegangan kutub per unit adalah merupakan input bagi sistem lanjutan fuzzy
6. Kemudian output dari FES di defuzzyfikasi. Hal ini akan memberikan peringkat pada CSI. Kutub yang memiliki nilai CSI tertinggi adalah yang paling cocok untuk penempatan kapasitor.

7. Berhenti

2. Algoritma untuk pengukuran kapasitor berbasis GA

Algoritma pengukuran kapasitor berbasis GA adalah sebagai berikut:

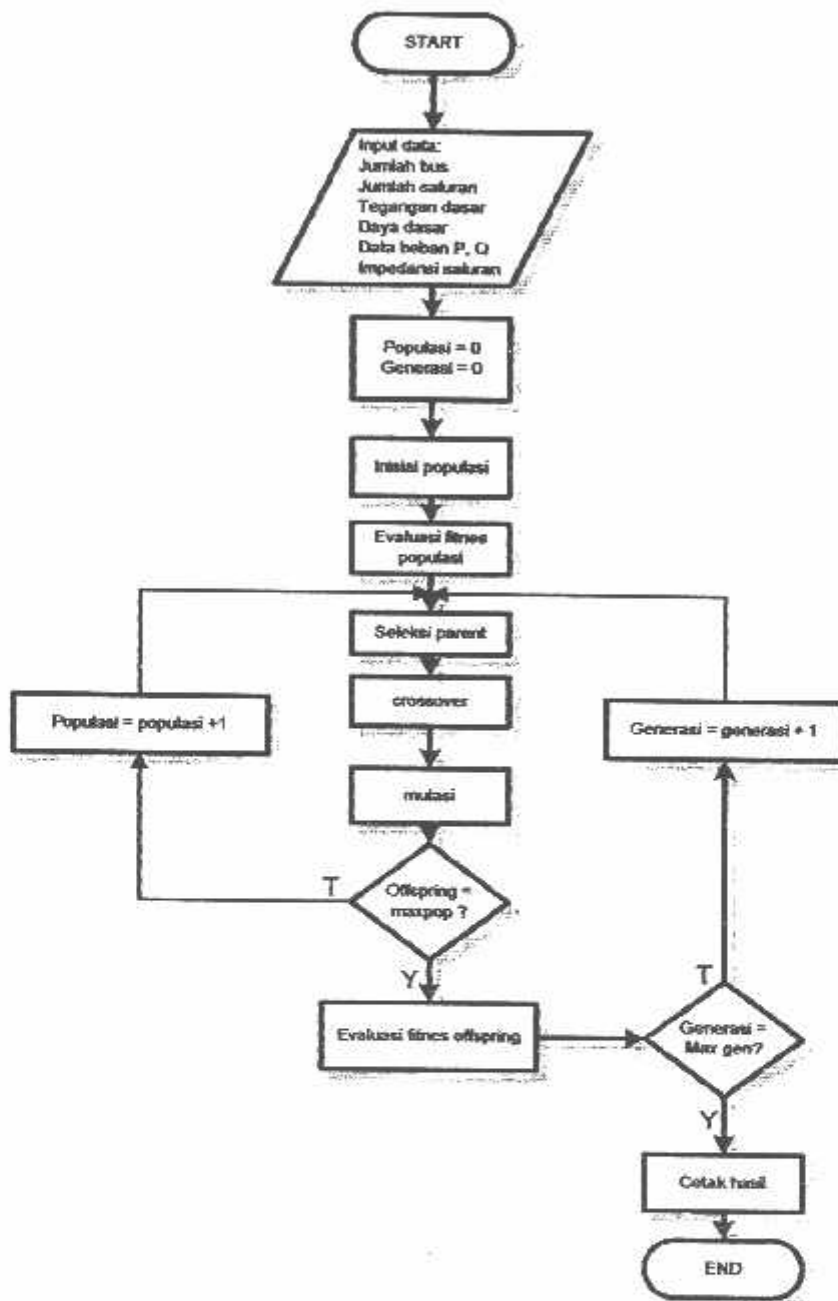
1. Jalankan populasi acak pada kandidat kutub untuk ukuran kapasitor pada Gen = 1
 2. Berikan alur muatan untuk menentukan tegangan pada semua kutub, kehilangan daya aktif.
 3. Tentukan nilai fungsi kesesuaian
 4. Pilihlah parent string dengan menggunakan proses seleksi roda rolet
 5. Jalankan proses penyilangan dan mutasi pada string yang dipilih sehingga diperoleh string untuk generasi berikutnya
 6. Ulangi langkah 2 dan 5 sampai sampai perbedaan antara kesesuaian terbaik dan kesesuaian rata-rata lebih rendah dari error yang telah ditetapkan.
 7. Berhenti
-

Flow chart penyelesaian masalah penentuan letak kapasitor dengan metode *Fuzzy*



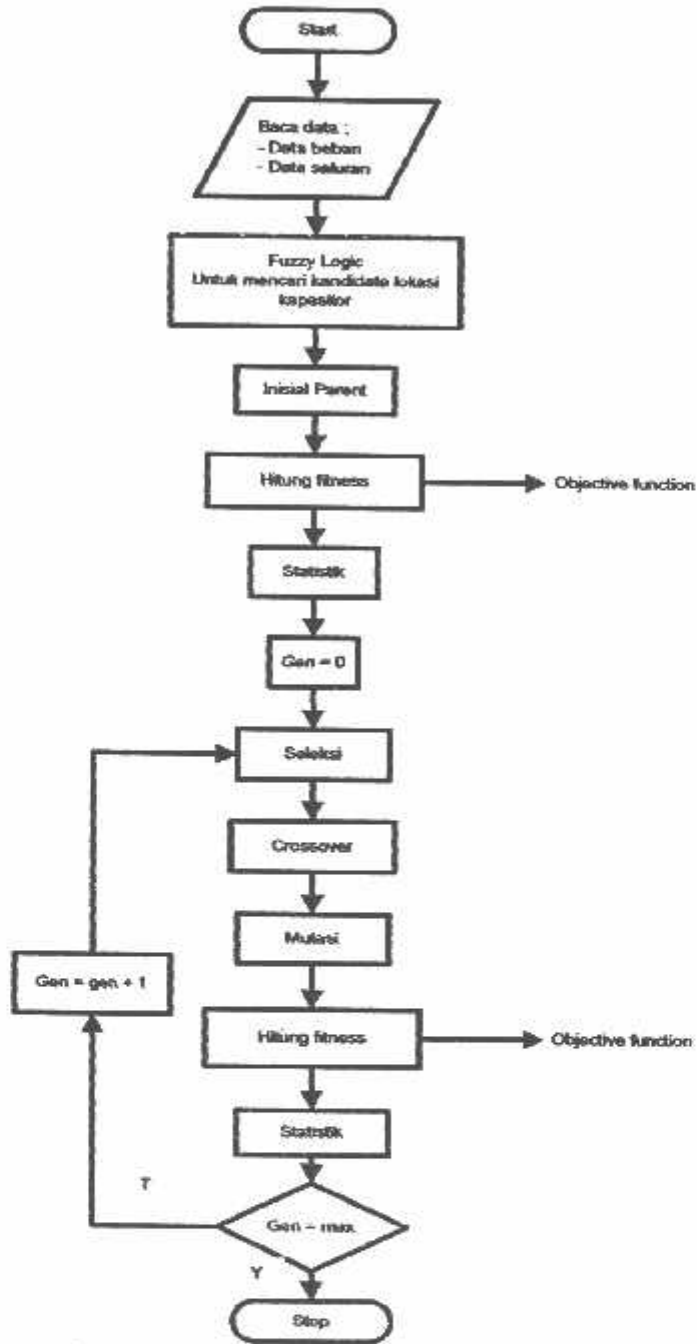
Gambar 3-2. Flow chart penyelesaian masalah penentuan letak kapasitor dengan metode *Fuzzy*

Flowchart penentuan besar kapasitas kapasitor menggunakan *Genetic Algorithm*.

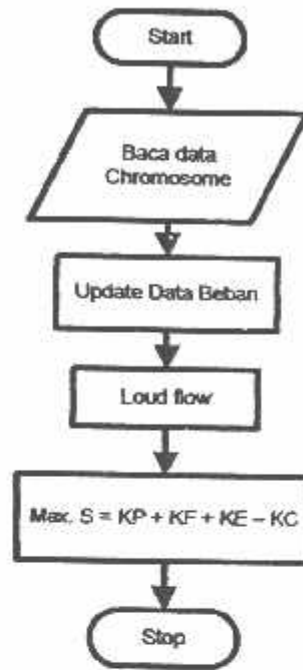


Gambar 3-3. Flowchart penentuan besar kapasitas kapasitor menggunakan *Genetic Algorithm*.

Flowchart penyelesaian masalah *Fuzzy-Genetic Algorithm*



Gambar 3-4. Flowchart penyelesaian masalah *Fuzzy-Genetic Algorithm*

Flowchart Objective function**Gambar 3-5.** Flowchart Objective function

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS HASIL

4.1. Hasil Dan Analisis Hasil

4.1.1. Tampilan Program Penentuan Lokasi

Program dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab 7.01 dan diaplikasikan komputer Intel Pentium III dengan prosesor 850 MHz dengan memori 256 Mb. Mengenai jalannya program ikut prosedur program berikut ini :

1. Tampilan utama dari program.



Gambar 4-1. Tampilan Program Utama

2. Tekan tombol *Open* untuk membuka file yang sudah tersimpan, kemudian pilih data.



Gambar 4-2. Tampilan Inputan Data

3. Tampilan inputan data pembebanan.



Gambar 4-3. Tampilan Inputan Data Pembebanan

4. Gerakan *scroll* ke bawah untuk melihat tampilan imputan data saluran.



Gambar 4-4. Tampilan Data Saluran

5. Tampilan data *objective function*.



Gambar 4-5. Tampilan Data Objective Function

Pada gambar 4-5 adalah tampilan data objective function atau fungsi tujuan.

7. Tampilan data pembebanan untuk arah kan kursor ke *Debug* kemudian pilih *Run*



Gambar 4-7. Tampilan Untuk Menjalankan Program

Pada Gambar 4-7 adalah tampilan untuk menjalankan program simulasi matlab 7.0.1. pilih file dengan nama *debug* kemudian pilih dan tekan *run*, untuk menjalankan program simulasi matlab 7.0.1.

8. Tampilan hasil perhitungan metode Newton Rapshon untuk mengetahui tegangan dan sudut fasa tiap bus sebelum pemilihan

Bus	Tegangan (pu)	Sudut Fasa (derajat)	Reaktif (MVar)	Real (MW)
1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.9999	-0.0000	0.0000	0.0000
3	0.9998	-0.0000	0.0000	0.0000
4	0.9997	-0.0000	0.0000	0.0000
5	0.9996	-0.0000	0.0000	0.0000
6	0.9995	-0.0000	0.0000	0.0000
7	0.9994	-0.0000	0.0000	0.0000
8	0.9993	-0.0000	0.0000	0.0000
9	0.9992	-0.0000	0.0000	0.0000
10	0.9991	-0.0000	0.0000	0.0000
11	0.9990	-0.0000	0.0000	0.0000
12	0.9989	-0.0000	0.0000	0.0000
13	0.9988	-0.0000	0.0000	0.0000
14	0.9987	-0.0000	0.0000	0.0000
15	0.9986	-0.0000	0.0000	0.0000
16	0.9985	-0.0000	0.0000	0.0000
17	0.9984	-0.0000	0.0000	0.0000
18	0.9983	-0.0000	0.0000	0.0000
19	0.9982	-0.0000	0.0000	0.0000
20	0.9981	-0.0000	0.0000	0.0000
21	0.9980	-0.0000	0.0000	0.0000
22	0.9979	-0.0000	0.0000	0.0000
23	0.9978	-0.0000	0.0000	0.0000
24	0.9977	-0.0000	0.0000	0.0000
25	0.9976	-0.0000	0.0000	0.0000
26	0.9975	-0.0000	0.0000	0.0000
27	0.9974	-0.0000	0.0000	0.0000
28	0.9973	-0.0000	0.0000	0.0000
29	0.9972	-0.0000	0.0000	0.0000
30	0.9971	-0.0000	0.0000	0.0000
31	0.9970	-0.0000	0.0000	0.0000
32	0.9969	-0.0000	0.0000	0.0000
33	0.9968	-0.0000	0.0000	0.0000
34	0.9967	-0.0000	0.0000	0.0000
35	0.9966	-0.0000	0.0000	0.0000
36	0.9965	-0.0000	0.0000	0.0000
37	0.9964	-0.0000	0.0000	0.0000
38	0.9963	-0.0000	0.0000	0.0000
39	0.9962	-0.0000	0.0000	0.0000
40	0.9961	-0.0000	0.0000	0.0000
41	0.9960	-0.0000	0.0000	0.0000
42	0.9959	-0.0000	0.0000	0.0000
43	0.9958	-0.0000	0.0000	0.0000
44	0.9957	-0.0000	0.0000	0.0000
45	0.9956	-0.0000	0.0000	0.0000
46	0.9955	-0.0000	0.0000	0.0000
47	0.9954	-0.0000	0.0000	0.0000
48	0.9953	-0.0000	0.0000	0.0000
49	0.9952	-0.0000	0.0000	0.0000
50	0.9951	-0.0000	0.0000	0.0000
51	0.9950	-0.0000	0.0000	0.0000
52	0.9949	-0.0000	0.0000	0.0000
53	0.9948	-0.0000	0.0000	0.0000
54	0.9947	-0.0000	0.0000	0.0000
55	0.9946	-0.0000	0.0000	0.0000
56	0.9945	-0.0000	0.0000	0.0000
57	0.9944	-0.0000	0.0000	0.0000
58	0.9943	-0.0000	0.0000	0.0000
59	0.9942	-0.0000	0.0000	0.0000
60	0.9941	-0.0000	0.0000	0.0000
61	0.9940	-0.0000	0.0000	0.0000
62	0.9939	-0.0000	0.0000	0.0000
63	0.9938	-0.0000	0.0000	0.0000
64	0.9937	-0.0000	0.0000	0.0000
65	0.9936	-0.0000	0.0000	0.0000
66	0.9935	-0.0000	0.0000	0.0000
67	0.9934	-0.0000	0.0000	0.0000
68	0.9933	-0.0000	0.0000	0.0000
69	0.9932	-0.0000	0.0000	0.0000
70	0.9931	-0.0000	0.0000	0.0000
71	0.9930	-0.0000	0.0000	0.0000
72	0.9929	-0.0000	0.0000	0.0000
73	0.9928	-0.0000	0.0000	0.0000
74	0.9927	-0.0000	0.0000	0.0000
75	0.9926	-0.0000	0.0000	0.0000
76	0.9925	-0.0000	0.0000	0.0000
77	0.9924	-0.0000	0.0000	0.0000
78	0.9923	-0.0000	0.0000	0.0000
79	0.9922	-0.0000	0.0000	0.0000
80	0.9921	-0.0000	0.0000	0.0000
81	0.9920	-0.0000	0.0000	0.0000
82	0.9919	-0.0000	0.0000	0.0000
83	0.9918	-0.0000	0.0000	0.0000
84	0.9917	-0.0000	0.0000	0.0000
85	0.9916	-0.0000	0.0000	0.0000
86	0.9915	-0.0000	0.0000	0.0000
87	0.9914	-0.0000	0.0000	0.0000
88	0.9913	-0.0000	0.0000	0.0000
89	0.9912	-0.0000	0.0000	0.0000
90	0.9911	-0.0000	0.0000	0.0000
91	0.9910	-0.0000	0.0000	0.0000
92	0.9909	-0.0000	0.0000	0.0000
93	0.9908	-0.0000	0.0000	0.0000
94	0.9907	-0.0000	0.0000	0.0000
95	0.9906	-0.0000	0.0000	0.0000
96	0.9905	-0.0000	0.0000	0.0000
97	0.9904	-0.0000	0.0000	0.0000
98	0.9903	-0.0000	0.0000	0.0000
99	0.9902	-0.0000	0.0000	0.0000
100	0.9901	-0.0000	0.0000	0.0000

Gambar 4-8. Tampilan Hasil Untuk Mengetahui Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Sebelum Pemilihan

Untuk gambar 4-8 memperlihatkan tampilan hasil aliran daya antar saluran dari bus ke bus untuk daya yang dialirkan sepanjang saluran pada penyulang tumpang, sebelum pemilihan. Dengan menggunakan metode Newton Rapshon.

Tabel 4-1. Tegangan dan Sudut fasa Tiap Bus penyangg Tumpang Sebelum Kompensasi

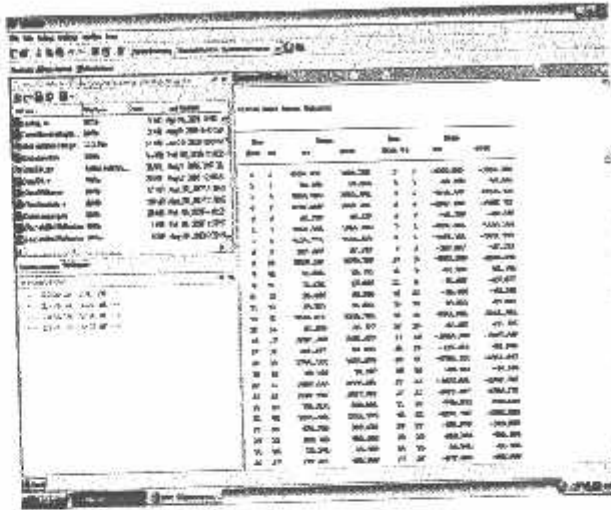
Bus	Tegangan		Pembangkitan		Pembebanan	
	(pu)		mw	mvar	mw	mvar
1	1.00000	0.00000	4386.482	3604.759	0.000	0.000
2	0.99035	-0.00305	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.99032	-0.00306	0.000	0.000	30.148	24.063
4	0.98689	-0.00417	0.000	0.000	64.612	51.572
5	0.98521	-0.00471	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.98517	-0.00472	0.000	0.000	61.728	49.270
7	0.98206	-0.00573	0.000	0.000	37.289	29.763
8	0.98027	-0.00631	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.98018	-0.00634	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.98017	-0.00634	0.000	0.000	31.508	25.149
11	0.98010	-0.00637	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.98010	-0.00637	0.000	0.000	56.686	45.245
13	0.98010	-0.00637	0.000	0.000	14.823	11.832
14	0.97939	-0.00659	0.000	0.000	58.837	46.963
15	0.97844	-0.00691	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.97838	-0.00693	0.000	0.000	42.252	33.725
17	0.97540	-0.00790	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.97522	-0.00796	0.000	0.000	47.044	37.549
19	0.97513	-0.00799	0.000	0.000	68.143	54.390
20	0.97012	-0.00965	0.000	0.000	71.846	57.346
21	0.96259	-0.01217	0.000	0.000	56.455	45.061
22	0.96085	-0.01276	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.96075	-0.01280	0.000	0.000	65.932	52.626
24	0.96063	-0.01284	0.000	0.000	79.535	63.483
25	0.96046	-0.01290	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.96045	-0.01290	0.000	0.000	31.943	25.496
27	0.96042	-0.01291	0.000	0.000	41.341	32.998
28	0.96036	-0.01293	0.000	0.000	0.000	0.000
29	0.96033	-0.01294	0.000	0.000	78.485	62.645
30	0.96027	-0.01296	0.000	0.000	68.585	54.743
31	0.96031	-0.01295	0.000	0.000	0.000	0.000
32	0.96000	-0.01305	0.000	0.000	42.609	34.009
33	0.96026	-0.01297	0.000	0.000	97.341	77.695

34	0.96017	-0.01300	0.000	0.000	0.000	0.000
35	0.96004	-0.01304	0.000	0.000	0.000	0.000
36	0.96003	-0.01304	0.000	0.000	31.646	25.259
37	0.96000	-0.01305	0.000	0.000	41.493	33.119
38	0.96007	-0.01303	0.000	0.000	71.199	56.829
39	0.96002	-0.01305	0.000	0.000	99.591	79.492
40	0.95952	-0.01321	0.000	0.000	63.147	50.403
41	0.95820	-0.01366	0.000	0.000	67.404	53.800
42	0.95793	-0.01376	0.000	0.000	0.000	0.000
43	0.95639	-0.01428	0.000	0.000	57.960	46.262
44	0.95524	-0.01468	0.000	0.000	87.877	70.141
45	0.95516	-0.01471	0.000	0.000	0.000	0.000
46	0.95515	-0.01471	0.000	0.000	48.205	38.476
47	0.95488	-0.01480	0.000	0.000	24.287	19.386
48	0.95481	-0.01483	0.000	0.000	0.000	0.000
49	0.95433	-0.01499	0.000	0.000	60.157	48.016
50	0.95418	-0.01504	0.000	0.000	37.579	29.995
51	0.95405	-0.01509	0.000	0.000	96.490	77.016
52	0.95342	-0.01530	0.000	0.000	0.000	0.000
53	0.95335	-0.01533	0.000	0.000	0.000	0.000
54	0.95335	-0.01533	0.000	0.000	66.665	53.210
55	0.95302	-0.01544	0.000	0.000	0.000	0.000
56	0.95294	-0.01547	0.000	0.000	39.916	31.860
57	0.95296	-0.01546	0.000	0.000	40.332	32.192
58	0.95280	-0.01552	0.000	0.000	59.134	47.200
59	0.95325	-0.01536	0.000	0.000	59.035	47.121
60	0.95317	-0.01539	0.000	0.000	0.000	0.000
61	0.95313	-0.01540	0.000	0.000	20.288	16.193
62	0.95296	-0.01546	0.000	0.000	0.000	0.000
63	0.95294	-0.01547	0.000	0.000	13.747	10.973
64	0.95291	-0.01548	0.000	0.000	0.000	0.000
65	0.95289	-0.01549	0.000	0.000	38.424	30.669
66	0.95268	-0.01556	0.000	0.000	56.970	45.472
67	0.95266	-0.01557	0.000	0.000	90.880	72.538
68	0.95695	-0.01409	0.000	0.000	25.198	20.113
69	0.95590	-0.01445	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.95588	-0.01445	0.000	0.000	22.354	17.842
71	0.95558	-0.01456	0.000	0.000	24.604	19.638

72	0.95477	-0.01483	0.000	0.000	44.747	35.716
73	0.95464	-0.01488	0.000	0.000	52.805	42.148
74	0.95207	-0.01576	0.000	0.000	52.858	42.190
75	0.95097	-0.01614	0.000	0.000	69.377	55.375
76	0.94993	-0.01650	0.000	0.000	0.000	0.000
77	0.94989	-0.01651	0.000	0.000	0.000	0.000
78	0.94980	-0.01654	0.000	0.000	66.216	52.852
79	0.94973	-0.01657	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.94972	-0.01657	0.000	0.000	25.640	20.466
81	0.94973	-0.01657	0.000	0.000	29.633	23.653
82	0.94975	-0.01656	0.000	0.000	74.209	59.231
83	0.94948	-0.01665	0.000	0.000	70.348	56.150
84	0.94906	-0.01680	0.000	0.000	0.000	0.000
85	0.94905	-0.01680	0.000	0.000	20.195	16.120
86	0.94856	-0.01697	0.000	0.000	62.626	49.986
87	0.94847	-0.01700	0.000	0.000	71.503	57.072
88	0.94800	-0.01716	0.000	0.000	33.692	26.892
89	0.94800	-0.01717	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.94793	-0.01719	0.000	0.000	29.105	23.231
91	0.94788	-0.01721	0.000	0.000	28.683	22.894
92	0.94792	-0.01719	0.000	0.000	0.000	0.000
93	0.94791	-0.01720	0.000	0.000	43.315	34.573
94	0.94789	-0.01720	0.000	0.000	17.080	13.633
95	0.94787	-0.01721	0.000	0.000	39.493	31.523
96	0.94971	-0.01657	0.000	0.000	35.738	28.525
97	0.94954	-0.01663	0.000	0.000	0.000	0.000
98	0.94946	-0.01666	0.000	0.000	56.963	45.467
99	0.94938	-0.01669	0.000	0.000	28.346	22.625
100	0.94930	-0.01672	0.000	0.000	23.707	18.922
101	0.94928	-0.01672	0.000	0.000	4.853	3.714
102	0.94927	-0.01673	0.000	0.000	4.046	3.229
103	0.94881	-0.01695	0.000	0.000	70.480	56.255
104	0.94844	-0.01701	0.000	0.000	0.000	0.000
105	0.94836	-0.01704	0.000	0.000	46.245	36.912
106	0.94770	-0.01727	0.000	0.000	38.055	30.374
107	0.94760	-0.01731	0.000	0.000	0.000	0.000
108	0.94758	-0.01731	0.000	0.000	61.286	48.917
109	0.94732	-0.01740	0.000	0.000	85.237	68.034

110	0.94729	-0.01741	0.000	0.000	21.859	17.447
111	0.94802	-0.01716	0.000	0.000	16.539	13.201
112	0.94754	-0.01732	0.000	0.000	0.000	0.000
113	0.94728	-0.01741	0.000	0.000	18.394	14.681
114	0.94673	-0.01760	0.000	0.000	52.660	42.032
115	0.94643	-0.01771	0.000	0.000	37.045	29.568
116	0.94601	-0.01785	0.000	0.000	43.744	34.915
117	0.94582	-0.01792	0.000	0.000	38.154	30.453
118	0.94577	-0.01794	0.000	0.000	0.000	0.000
119	0.94566	-0.01798	0.000	0.000	22.855	18.242
120	0.94563	-0.01799	0.000	0.000	33.580	26.803
121	0.94550	-0.01803	0.000	0.000	42.892	34.236
122	0.94735	-0.01739	0.000	0.000	39.045	31.164
123	0.94718	-0.01745	0.000	0.000	14.572	11.631
124	0.94697	-0.01752	0.000	0.000	25.244	20.149
125	0.94634	-0.01774	0.000	0.000	2.891	2.307
126	0.94628	-0.01776	0.000	0.000	13.114	10.467
127	0.94611	-0.01782	0.000	0.000	21.892	17.473
128	0.94592	-0.01789	0.000	0.000	10.566	8.434
129	0.94591	-0.01789	0.000	0.000	11.642	9.292

9. Tampilan hasil perhitungan aliran daya antar saluran sebelum kompensasi



Gambar 4-9. Tampilan Hasil Untuk Mengetahui Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Kompensasi

Tabel 4-2 Aliran Daya Antar Saluran Penyulang Tumpang Sebelum Kompensasi

Bus		Daya		Bus		Daya	
From	To	mw	mvar	From	To	mw	mvar
1	2	4386.482	3604.759	2	1	-4355.048	-3556.706
2	3	30.149	24.064	3	2	-30.148	-24.063
2	4	4324.899	3532.642	4	2	-4313.667	-3515.473
4	5	4249.055	3463.901	5	4	-4243.698	-3455.712
5	6	61.730	49.272	6	5	-61.728	-49.270
5	7	4181.968	3406.440	7	5	-4172.065	-3391.301
7	8	4134.776	3361.538	8	7	-4129.191	-3352.999
8	9	103.028	82.243	9	8	-103.022	-82.233
8	14	4026.163	3270.756	14	8	-4023.508	-3266.698
9	10	31.508	25.149	10	9	-31.508	-25.149
9	11	71.514	57.084	11	9	-71.509	-57.077
11	12	56.686	45.246	12	11	-56.686	-45.245
11	13	14.823	11.832	13	11	-14.823	-11.832
14	15	3964.671	3219.735	15	14	-3961.802	-3215.351

15	16	42.254	33.727	16	15	-42.252	-33.725
15	17	3919.548	3181.623	17	15	-3910.538	-3167.849
17	18	115.207	91.970	18	17	-115.191	-91.946
17	20	3795.331	3075.879	20	17	-3780.133	-3052.647
18	19	68.148	54.397	19	18	-68.143	-54.390
20	21	3708.288	2995.301	21	20	-3687.001	-2962.762
21	22	3630.546	2917.701	22	21	-3625.687	-2910.272
22	23	750.031	598.898	23	22	-749.973	-598.809
22	40	2875.656	2311.375	40	22	-2872.720	-2306.888
23	24	684.041	546.184	24	23	-683.976	-546.085
24	25	604.442	482.602	25	24	-604.364	-482.484
25	26	31.943	25.497	26	25	-31.943	-25.496
25	27	572.421	456.988	27	25	-572.403	-456.960
27	28	531.062	423.962	28	27	-531.036	-423.922
28	29	147.077	117.398	29	28	-147.074	-117.393
28	31	383.959	306.525	31	28	-383.946	-306.505
29	30	68.589	54.748	30	29	-68.585	-54.743
31	32	42.619	34.025	32	31	-42.609	-34.009
31	33	341.327	272.480	33	31	-341.312	-272.458
33	34	243.972	194.763	34	33	-243.955	-194.738
34	35	73.148	58.391	35	34	-73.141	-58.380
34	38	170.807	136.347	38	34	-170.795	-136.327
35	36	31.646	25.260	36	35	-170.795	-136.327
35	37	41.494	33.121	37	35	-41.493	-33.119
38	39	99.596	79.498	39	38	-99.591	-79.492
40	41	2809.573	2256.486	41	40	-2806.713	-2252.112
41	42	2739.309	2198.312	42	41	-2738.733	-2197.432
42	43	900.796	721.075	43	42	-899.729	-719.444
42	68	1837.937	1476.357	68	42	-1836.555	-1474.245
43	44	841.769	673.182	44	43	-841.026	-672.046
44	45	753.149	601.904	45	44	-753.099	-601.828
45	46	48.205	38.477	46	45	-48.205	-38.476
45	47	704.894	563.352	47	45	-704.740	-563.116
47	48	680.452	543.731	48	47	-680.418	-543.677
48	49	194.324	155.176	49	48	-194.251	-155.064
48	52	486.094	388.502	52	48	-485.572	-387.705
49	50	134.093	107.048	50	49	-134.078	-107.025
50	51	96.499	77.030	51	50	-96.490	77.016

52	53	206.108	164.556	53	52	-206.097	-164.539
52	59	279.464	223.149	59	52	-279.426	-223.091
53	54	66.665	53.211	54	53	-66.665	-53.210
53	55	139.432	111.328	55	53	-139.396	-111.274
55	56	39.918	31.864	56	55	-39.916	-31.860
55	57	99.478	79.410	57	55	-99.473	-79.403
57	58	59.142	47.211	58	57	-59.134	-47.200
59	60	220.391	175.970	60	59	-220.379	-175.952
60	61	20.289	16.194	61	60	-20.288	-16.193
60	62	200.090	159.757	62	60	-200.057	-159.706
62	63	13.748	10.973	63	62	-13.747	-10.973
62	64	186.309	148.733	64	62	-186.302	-148.722
64	65	38.425	30.670	65	64	-38.424	-30.669
64	66	147.877	118.052	66	64	-147.851	-118.012
66	67	90.881	72.541	67	66	-90.880	-72.538
68	69	1811.357	1454.133	69	68	-1809.888	-1451.886
69	70	22.354	17.843	70	69	-22.354	-17.842
69	71	1787.534	1434.043	71	69	-1787.085	-1433.357
71	72	1762.481	1413.719	72	71	-1761.383	-1412.041
72	73	1716.636	1376.325	73	72	-1716.464	-1376.062
73	74	1663.659	1333.914	74	73	-1660.354	-1328.862
74	75	1607.496	1286.671	75	74	-1606.126	-1284.577
75	76	1536.748	1229.202	76	75	-1535.510	-1227.309
76	77	765.760	611.627	77	76	-765.732	-611.584
76	103	769.750	615.682	103	76	-768.959	-614.473
77	78	121.501	96.987	78	77	-121.493	-96.975
77	82	490.728	392.038	82	77	-490.677	-391.959
77	96	153.502	122.558	96	77	-153.481	-122.526
78	79	55.277	44.123	79	78	-55.274	-44.119
79	80	25.641	20.466	80	79	-25.640	-20.466
79	81	29.633	23.653	81	79	-29.633	-23.653
82	83	416.468	332.728	83	82	-416.382	-332.595
83	84	346.034	276.446	84	83	-345.921	-276.273
84	85	20.196	16.120	85	84	-20.195	-16.120
84	86	325.725	260.153	86	84	-325.597	-259.957
86	87	262.971	209.971	87	86	-262.954	-209.945
87	88	191.452	152.873	88	87	-191.382	-152.766
88	89	157.690	125.874	89	88	-157.689	-125.873

89	90	57.793	46.132	90	89	-57.789	-46.127
89	92	99.897	79.742	92	89	-99.891	-79.732
90	91	28.684	22.896	91	90	-28.683	-22.894
92	93	43.315	34.573	93	92	-43.315	-34.573
92	94	56.576	45.159	94	92	-56.574	-45.157
94	95	39.494	31.524	95	94	-39.493	-31.523
96	97	117.743	94.001	97	96	-117.728	-93.973
97	98	56.967	45.472	98	97	-56.963	-45.467
97	99	60.761	48.506	99	97	-60.754	-48.494
99	100	32.407	25.868	100	99	-32.405	-25.865
100	101	8.699	6.943	101	100	-8.699	-6.943
101	102	4.046	3.229	102	101	-4.046	-3.229
103	104	698.479	558.218	104	103	-698.389	-558.079
104	105	252.841	201.928	105	104	-252.826	-201.905
104	111	445.548	356.151	111	104	-445.403	-355.929
105	106	206.581	164.993	106	105	-206.474	-164.830
106	107	168.419	134.456	107	106	-168.406	-134.435
107	108	61.287	48.918	108	107	-61.286	-48.917
107	109	107.119	85.516	109	107	-107.096	-85.482
109	110	21.859	17.448	110	109	-21.859	-17.447
111	112	428.863	342.728	112	111	-428.703	-342.483
112	113	289.648	231.427	113	112	-289.589	-231.337
112	122	139.055	111.056	122	112	-139.035	-111.025
113	114	271.195	216.655	114	113	-271.080	-216.479
114	115	218.420	174.447	115	114	-218.367	-174.367
115	116	181.322	144.799	116	115	-181.264	-144.709
116	117	137.520	109.794	117	116	-137.500	-109.763
117	118	99.346	79.310	118	117	-99.342	-79.303
118	119	22.857	18.246	119	118	-22.855	-18.242
118	120	76.485	61.058	120	118	-76.476	-61.045
120	121	42.896	34.242	121	120	-42.892	-34.236
122	123	99.990	79.860	123	122	-99.976	-79.839
123	124	85.404	68.208	124	123	-85.390	-68.187
124	125	60.146	48.037	125	124	-60.117	-47.992
125	126	57.226	45.685	126	125	-57.223	-45.681
126	127	44.109	35.214	127	126	-44.103	-35.205
127	128	22.212	17.731	128	127	-22.209	-17.726
128	129	11.642	9.293	129	128	-11.642	-9.292

10. Gerakan *scroll* ke bawah untuk melihat tampilan rugi daya antar saluran sebelum kompensasi.

Saluran	P (W)	L (W)
1	1.000	0.000
2	1.000	0.000
3	1.000	0.000
4	1.000	0.000
5	1.000	0.000
6	1.000	0.000
7	1.000	0.000
8	1.000	0.000
9	1.000	0.000
10	1.000	0.000
11	1.000	0.000
12	1.000	0.000
13	1.000	0.000
14	1.000	0.000
15	1.000	0.000
16	1.000	0.000
17	1.000	0.000
18	1.000	0.000
19	1.000	0.000
20	1.000	0.000
21	1.000	0.000
22	1.000	0.000
23	1.000	0.000
24	1.000	0.000
25	1.000	0.000
26	1.000	0.000
27	1.000	0.000
28	1.000	0.000
29	1.000	0.000
30	1.000	0.000
31	1.000	0.000
32	1.000	0.000
33	1.000	0.000
34	1.000	0.000
35	1.000	0.000
36	1.000	0.000
37	1.000	0.000
38	1.000	0.000
39	1.000	0.000
40	1.000	0.000
41	1.000	0.000
42	1.000	0.000
43	1.000	0.000
44	1.000	0.000
45	1.000	0.000
46	1.000	0.000
47	1.000	0.000
48	1.000	0.000
49	1.000	0.000
50	1.000	0.000
51	1.000	0.000
52	1.000	0.000
53	1.000	0.000
54	1.000	0.000
55	1.000	0.000
56	1.000	0.000
57	1.000	0.000
58	1.000	0.000
59	1.000	0.000
60	1.000	0.000
61	1.000	0.000
62	1.000	0.000
63	1.000	0.000
64	1.000	0.000
65	1.000	0.000
66	1.000	0.000
67	1.000	0.000
68	1.000	0.000
69	1.000	0.000
70	1.000	0.000
71	1.000	0.000
72	1.000	0.000
73	1.000	0.000
74	1.000	0.000
75	1.000	0.000
76	1.000	0.000
77	1.000	0.000
78	1.000	0.000
79	1.000	0.000
80	1.000	0.000
81	1.000	0.000
82	1.000	0.000
83	1.000	0.000
84	1.000	0.000
85	1.000	0.000
86	1.000	0.000
87	1.000	0.000
88	1.000	0.000
89	1.000	0.000
90	1.000	0.000
91	1.000	0.000
92	1.000	0.000
93	1.000	0.000
94	1.000	0.000
95	1.000	0.000
96	1.000	0.000
97	1.000	0.000
98	1.000	0.000
99	1.000	0.000
100	1.000	0.000

Gambar 4-10. Tampilan Hasil Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Kompensasi

Gambar 4-10 memperlihatkan tampilan hasil rugi daya antar saluran sebelum kompensasi yang di akibatkan rugi-rugi, Tabel 4-3 memperlihatkan rugi daya tiap saluran.

**Tabel 4-3. Rugi Daya Tiap Saluran Penyulang
Tumpang Sebelum Kompensasi**

Saluran		Rugi Daya		Saluran		Rugi Daya	
Dari	Ke	Kw	kVAR	Dari	Ke	Kw	kVAR
1	2	31.434	48.053	68	69	1.470	2.247
2	3	0.001	0.001	69	70	0	0
2	4	11.231	17.169	69	71	0.449	0.686
4	5	5.357	8.189	71	72	1.098	1.678
5	6	0.002	0.002	72	73	0.172	0.264
5	7	9.903	15.139	73	74	3.305	5.052
7	8	5.585	8.539	74	75	1.370	2.094
8	9	0.007	0.010	75	76	1.238	1.892
8	14	2.655	4.058	76	77	0.028	0.034
9	10	0.000	0.001	76	103	0.791	1.209
9	11	0.004	0.007	77	78	0.008	0.013
11	12	0	0	77	82	0.052	0.079
11	13	0	0	77	96	0.021	0.032
14	15	2.868	4.384	78	79	0.003	0.004
15	16	0.002	0.003	79	80	0	0
15	17	9.011	13.775	79	81	0	0
17	18	0.015	0.024	82	83	0.086	0.132
17	20	15.197	23.232	83	84	0.113	0.173
18	19	0.005	0.007	84	85	0	0
20	21	21.286	32.539	84	86	0.128	0.196
21	22	4.860	7.429	86	87	0.017	0.026
22	23	0.058	0.088	87	88	0.070	0.106
22	40	2.935	4.486	88	89	0.001	0.001
23	24	0.065	0.099	89	90	0.003	0.005
24	25	0.077	0.118	89	92	0.006	0.010
25	26	0	0	90	91	0.001	0.002
25	27	0.018	0.028	92	93	0.001	0.001
27	28	0.026	0.040	92	94	0.001	0.002
28	29	0.003	0.005	94	95	0.001	0.001
28	31	0.013	0.020	96	97	0.015	0.023
29	30	0.003	0.005	97	98	0.004	0.006
31	32	0.010	0.015	97	99	0.008	0.012
31	33	0.015	0.022	99	100	0.002	0.003
33	34	0.016	0.025	100	101	0	0

34	35	0.007	0.011	101	102	0	0
34	38	0.013	0.019	103	104	0.090	0.138
35	36	0	0	104	105	0.015	0.023
35	37	0.001	0.002	104	111	0.145	0.222
38	39	0.004	0.007	105	106	0.107	0.163
40	41	2.861	4.373	106	107	0.014	0.021
41	42	0.576	0.880	107	108	0.001	0.001
42	43	1.067	1.631	107	109	0.023	0.035
42	68	1.382	2.112	109	110	0.001	0.001
43	44	0.743	1.136	111	112	0.160	0.245
44	45	0.050	0.076	112	113	0.059	0.090
45	46	0	0	112	122	0.020	0.031
45	47	0.154	0.235	113	114	0.115	0.176
47	48	0.035	0.053	114	115	0.052	0.080
48	49	0.073	0.111	115	116	0.058	0.089
48	52	0.522	0.797	116	117	0.020	0.031
49	50	0.015	0.023	117	118	0.004	0.006
50	51	0.009	0.014	118	119	0.002	0.003
52	53	0.011	0.017	118	120	0.009	0.013
52	59	0.038	0.058	120	121	0.004	0.006
53	54	0	0	122	123	0.014	0.021
53	55	0.036	0.055	123	124	0.014	0.021
55	56	0.003	0.004	124	125	0.029	0.045
55	57	0.005	0.007	125	126	0.003	0.004
57	58	0.007	0.011	126	127	0.006	0.009
59	60	0.012	0.019	127	128	0.003	0.005
60	61	0.001	0.001	128	129	0	0
60	62	0.033	0.051				
62	63	0	0				
62	64	0.007	0.011				
64	65	0.000	0.001				
64	66	0.026	0.039				
66	67	0.002	0.003				

11. Tampilan untuk memilih kapasitor Jumlah pembangkitan Pembebanan dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi

The screenshot shows a software window with a table of data. The table has several columns, likely representing different components or nodes in a power system. The data is organized into sections, possibly for different types of loads or generators. The values are numerical, likely representing power in MVA or similar units. The interface includes standard window controls and a title bar.

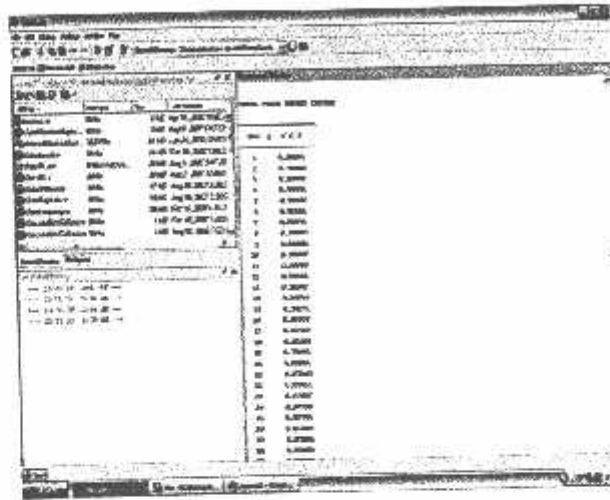
Gambar 4-11. Tampilan Jumlah pembangkitan Pembebanan dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi

Pada Gambar 4-4 adalah tampilan untuk memilih kapasitor untuk mengetahui hasil dari pembangkitan, pembebanan, dan jumlah rugi-rugi sebelum kompensasi dari hasil perhitungan aliran daya dengan metode Newton raphson. Dimana jumlah pembangkitan sebesar $4386.4821+3604.759i$ MVA dan jumlah pembebanan sebesar $4244.6948+3388.0134i$ MVA dan jumlah rugi-rugi sebesar $141.7873+216.7455i$ MVA.

Tabel 4-4. Jumlah pembangkitan Pembebanan dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi

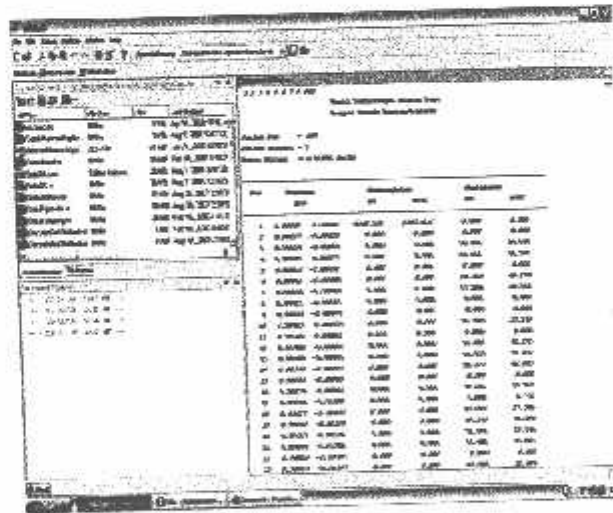
Jumlah	Pembangkitan	$4386.4821+3604.759i$	MVA
Jumlah	Pembebanan	$4244.6948+3388.0134i$	MVA
Jumlah	Rugi-Rugi	$141.7873+216.7455i$	MVA
Jumlah	Iterasi	3	

12. Gerakan scroll ke bawah untuk melihat tampilan hasil Fuzzy Expert System



Gambar 4-12. Tampilan Hasil Fuzzy Expert System

13. Gerakan scroll ke bawah untuk melihat tampilan hasil tegangan dan sudut fasa tiap bus penyulang tumpang sesudah kompensasi



Gambar 4-13. Hasil Tegangan dan Sudut fasa Tiap Bus Penyulang Tumpang Sesudah Kompensasi

Tabel 4-5. Tegangan dan Sudut fasa Tiap Bus penyulang Tumpang Sesudah Kompensasi

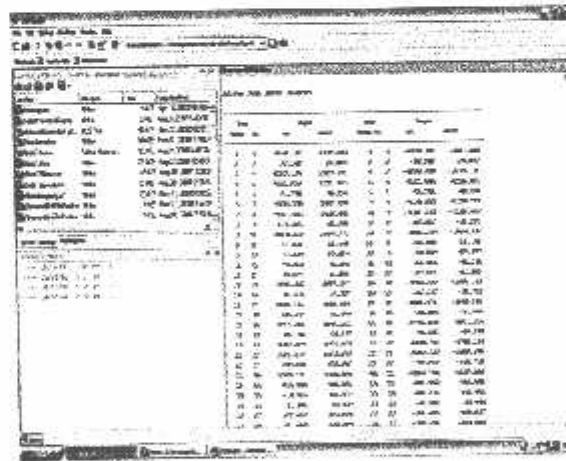
Bus	Tegangan		Pembangkitan		Pembebanan	
	(pu)		mw	mvar	Mw	mvar
1	1.00000	0.00000	4349.101	2347.616	0.000	0.000
2	0.99227	-0.00423	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.99224	-0.00424	0.000	0.000	30.148	24.063
4	0.98950	-0.00577	0.000	0.000	64.612	51.572
5	0.98816	-0.00652	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.98812	-0.00653	0.000	0.000	61.728	49.270
7	0.98566	-0.00794	0.000	0.000	37.289	29.763
8	0.98425	-0.00875	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.98416	-0.00878	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.98415	-0.00878	0.000	0.000	31.508	25.149
11	0.98408	-0.00881	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.98408	-0.00881	0.000	0.000	56.686	45.245
13	0.98408	-0.00881	0.000	0.000	14.823	11.832
14	0.98356	-0.00915	0.000	0.000	58.837	46.963
15	0.98281	-0.00959	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.98276	-0.00961	0.000	0.000	42.252	33.725
17	0.98044	-0.01100	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.98027	-0.01106	0.000	0.000	47.044	37.549
19	0.98018	-0.01109	0.000	0.000	68.143	54.390
20	0.97637	-0.01348	0.000	0.000	71.846	57.346
21	0.97059	-0.01709	0.000	0.000	56.455	45.061
22	0.96926	-0.01793	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.96917	-0.01797	0.000	0.000	65.932	52.626
24	0.96906	-0.01803	0.000	0.000	79.535	63.483
25	0.96892	-0.01810	0.000	120.000	0.000	0.000
26	0.96891	-0.01810	0.000	0.000	31.943	25.496
27	0.96888	-0.01811	0.000	0.000	41.341	32.998
28	0.96881	-0.01813	0.000	0.000	0.000	0.000
29	0.96879	-0.01814	0.000	0.000	78.485	62.645
30	0.96873	-0.01816	0.000	0.000	68.585	54.743
31	0.96877	-0.01815	0.000	0.000	0.000	0.000
32	0.96846	-0.01825	0.000	0.000	42.609	34.009
33	0.96872	-0.01817	0.000	0.000	97.341	77.695
34	0.96863	-0.01820	0.000	0.000	0.000	0.000

35	0.96850	-0.01824	0.000	0.000	0.000	0.000
36	0.96849	-0.01824	0.000	0.000	41.493	33.119
37	0.96847	-0.01825	0.000	0.000	41.493	33.119
38	0.96853	-0.01823	0.000	0.000	71.199	56.829
39	0.96848	-0.01825	0.000	0.000	99.591	79.492
40	0.96828	-0.01861	0.000	0.000	63.147	50.403
41	0.96732	-0.01928	0.000	0.000	67.404	53.800
42	0.96713	-0.01942	0.000	0.000	0.000	0.000
43	0.96589	-0.02013	0.000	0.000	57.960	46.262
44	0.96497	-0.02066	0.000	0.000	87.877	70.141
45	0.96491	-0.02070	0.000	0.000	0.000	0.000
46	0.96490	-0.02071	0.000	0.000	48.205	38.476
47	0.96469	-0.02084	0.000	0.000	24.287	19.386
48	0.96464	-0.02088	0.000	0.000	0.000	0.000
49	0.96417	-0.02104	0.000	0.000	60.157	48.016
50	0.96402	-0.02109	0.000	0.000	37.579	29.995
51	0.96390	-0.02113	0.000	0.000	96.490	77.016
52	0.96374	-0.02166	0.000	0.000	0.000	0.000
53	0.96373	-0.02172	0.000	0.000	0.000	0.000
54	0.96372	-0.02172	0.000	0.000	66.665	53.210
55	0.96379	-0.02210	0.000	240.000	0.000	0.000
56	0.96370	-0.02213	0.000	0.000	39.916	31.860
57	0.96373	-0.02212	0.000	0.000	40.332	32.192
58	0.96357	-0.02217	0.000	0.000	59.134	47.200
59	0.96356	-0.02172	0.000	0.000	59.035	47.121
60	0.96349	-0.02175	0.000	0.000	0.000	0.000
61	0.96345	-0.02176	0.000	0.000	20.288	16.193
62	0.96328	-0.02182	0.000	0.000	0.000	0.000
63	0.96326	-0.02182	0.000	0.000	13.747	10.973
64	0.96323	-0.02184	0.000	0.000	0.000	0.000
65	0.96321	-0.02184	0.000	0.000	38.424	30.669
66	0.96301	-0.02191	0.000	0.000	56.970	45.472
67	0.96298	-0.02192	0.000	0.000	90.880	72.538
68	0.96647	-0.01995	0.000	0.000	25.198	20.113
69	0.96576	-0.02053	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.96574	-0.02053	0.000	0.000	22.354	17.842
71	0.96554	-0.02071	0.000	0.000	24.604	19.638
72	0.96501	-0.02115	0.000	0.000	44.747	35.716

73	0.96493	-0.02123	0.000	0.000	52.805	42.148
74	0.96327	-0.02269	0.000	0.000	52.858	42.190
75	0.96258	-0.02332	0.000	0.000	69.377	55.375
76	0.96194	-0.02393	0.000	0.000	0.000	0.000
77	0.96192	-0.02397	0.000	360.000	0.000	0.000
78	0.96183	-0.02400	0.000	0.000	66.216	52.852
79	0.96177	-0.02402	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.96176	-0.02402	0.000	0.000	25.640	20.466
81	0.96177	-0.02402	0.000	0.000	29.633	23.653
82	0.96183	-0.02404	0.000	0.000	74.209	59.231
83	0.96167	-0.02420	0.000	0.000	70.348	56.150
84	0.96145	-0.02448	0.000	0.000	0.000	0.000
85	0.96144	-0.02449	0.000	0.000	20.195	16.120
86	0.96121	-0.02482	0.000	0.000	62.626	49.986
87	0.96118	-0.02489	0.000	0.000	71.503	57.072
88	0.96111	-0.02532	0.000	0.000	33.692	26.892
89	0.96111	-0.02532	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.96104	-0.02535	0.000	0.000	29.105	23.231
91	0.96099	-0.02536	0.000	0.000	28.683	22.894
92	0.96118	-0.02544	0.000	0.000	0.000	0.000
93	0.96120	-0.02547	0.000	240.000	43.315	34.573
94	0.96114	-0.02545	0.000	0.000	17.080	13.633
95	0.96112	-0.02545	0.000	0.000	39.493	31.523
96	0.96174	-0.02403	0.000	0.000	35.738	28.525
97	0.96158	-0.02408	0.000	0.000	0.000	0.000
98	0.96150	-0.02411	0.000	0.000	56.963	45.467
99	0.96142	-0.02414	0.000	0.000	28.346	22.625
100	0.96134	-0.02417	0.000	0.000	23.707	18.922
101	0.96132	-0.02417	0.000	0.000	4.653	3.714
102	0.96131	-0.02418	0.000	0.000	4.046	3.229
103	0.96091	-0.02457	0.000	0.000	70.480	56.255
104	0.96079	-0.02465	0.000	0.000	0.000	0.000
105	0.96071	-0.02468	0.000	0.000	46.245	36.912
106	0.96005	-0.02490	0.000	0.000	38.055	30.374
107	0.95995	-0.02494	0.000	0.000	0.000	0.000
108	0.95993	-0.02495	0.000	0.000	61.286	48.917
109	0.95968	-0.02503	0.000	0.000	85.237	68.034
110	0.95965	-0.02504	0.000	0.000	21.859	17.447

111	0.96053	-0.02490	0.000	0.000	16.539	13.201
112	0.96024	-0.02519	0.000	0.000	0.000	0.000
113	0.96013	-0.02537	0.000	0.000	18.394	14.681
114	0.95991	-0.02578	0.000	0.000	52.660	42.032
115	0.95984	-0.02604	0.000	240.000	37.045	29.568
116	0.95943	-0.02618	0.000	0.000	43.744	34.915
117	0.95925	-0.02625	0.000	0.000	38.154	30.453
118	0.95919	-0.02626	0.000	0.000	0.000	0.000
119	0.95908	-0.02630	0.000	0.000	22.855	18.242
120	0.95905	-0.02631	0.000	0.000	33.580	26.803
121	0.95893	-0.02635	0.000	0.000	42.892	34.236
122	0.96005	-0.02525	0.000	0.000	39.045	31.164
123	0.95987	-0.02531	0.000	0.000	14.572	11.631
124	0.95967	-0.02538	0.000	0.000	25.244	20.149
125	0.95905	-0.02559	0.000	0.000	2.891	2.307
126	0.95899	-0.02561	0.000	0.000	13.114	10.467
127	0.95882	-0.02567	0.000	0.000	21.892	17.473
128	0.95864	-0.02573	0.000	0.000	10.566	8.434
129	0.95862	-0.02574	0.000	0.000	11.642	9.292

14. Tampilan hasil perhitungan aliran daya antar saluran sesudah kompensasi



Gambar 4-14. Tampilan Hasil Untuk Mengetahui Aliran Daya Antar Saluran Sesudah Kompensasi

**Tabel 4-6 Aliran Daya Antar Saluran Penyulang
Tumpang Sesudah Kompensasi**

Bus		Daya		Bus		Daya	
From	To	Mw	mvar	From	To	Mw	mvar
1	2	4349.101	2347.616	2	1	-4325.282	-2311.205
2	3	30.149	24.064	3	2	-30.148	-24.063
2	4	4295.134	2287.141	4	2	-4286.638	-2274.154
4	5	4222.026	2222.582	5	4	-4217.989	-2216.412
5	6	61.730	49.272	6	5	-61.728	-49.270
5	7	4156.260	2167.139	7	5	-4148.825	-2155.775
7	8	4111.536	2126.012	8	7	-4107.353	-2119.616
8	9	103.028	82.243	9	8	-103.022	-82.233
8	14	4004.325	2037.373	14	8	-4002.350	-2034.354
9	10	31.508	25.149	10	9	-31.508	-25.149
9	11	71.514	57.084	11	9	-71.509	-57.077
11	12	56.686	45.246	12	11	-56.686	-45.245
11	13	14.823	11.832	13	11	-14.823	-11.832
14	15	3943.512	1987.391	15	14	-3941.386	-1984.141
15	16	42.254	33.727	16	15	-42.252	-33.725
15	17	3899.132	1950.414	17	15	-3892.471	-1940.232
17	18	115.207	91.970	18	17	-11.5191	-91.946
17	20	3777.265	1848.262	20	17	-3766.119	-1831.224
18	19	68.148	54.397	19	18	-68.143	-54.390
20	21	3694.274	1773.879	21	20	-3678.742	-1750.136
21	22	3622.287	1705.075	22	21	-3618.755	-1699.676
22	23	749.995	478.842	23	22	-749.946	-478.768
22	40	2868.761	1220.834	40	22	-2866.701	-1217.686
23	24	684.014	426.142	24	23	-683.960	-426.059
24	25	604.425	362.577	25	24	-604.362	-362.481
25	26	31.943	25.497	26	25	-31.943	-25.496
25	27	572.419	456.984	27	25	-572.401	-456.957
27	28	531.060	423.959	28	27	-531.034	-423.920
28	29	147.077	117.398	29	28	-147.074	-117.393
28	31	383.957	306.523	31	28	-383.945	-306.503
29	30	68.589	54.748	30	29	-68.585	-54.743
31	32	42.618	34.024	32	31	-42.609	-34.009
31	33	341.326	272.479	33	31	-341.312	-272.457
33	34	243.971	194.762	34	33	-243.955	-194.737

34	35	73.148	58.391	35	34	-73.141	-58.380
34	38	170.807	136.346	38	34	-170.795	-136.327
35	36	31.646	25.260	36	35	-31.646	-25.259
35	37	41.494	33.121	37	35	-41.493	-33.119
38	39	99.596	79.498	39	38	-99.591	-79.492
40	41	2803.554	1167.283	41	40	-2801.558	-1164.233
41	42	2734.154	1110.433	42	41	-2733.756	-1109.823
42	43	900.114	480.032	43	42	-899.296	-478.782
42	68	1833.642	629.791	68	42	-1832.725	-628.390
43	44	841.336	432.520	44	43	-840.775	-431.662
44	45	752.898	361.520	45	44	-752.861	-361.464
45	46	48.205	38.477	46	45	-48.205	-38.476
45	47	704.656	322.988	47	45	-704.544	-322.818
47	48	680.257	303.432	48	47	-680.232	-303.394
48	49	194.322	155.173	49	48	-194.250	-155.064
48	52	485.910	148.221	52	48	-485.570	-147.701
49	50	134.093	107.047	50	49	-134.078	-107.025
50	51	96.499	77.030	51	50	-96.490	-77.016
52	53	206.108	-75.444	53	52	-206.101	75.456
52	59	279.462	223.145	59	52	-279.425	-223.088
53	54	66.665	53.211	54	53	-66.665	-53.210
53	55	139.436	-128.666	55	53	-139.396	128.727
55	56	39.918	31.864	56	55	-39.916	-31.860
55	57	99.478	79.409	57	55	-99.473	-79.402
57	58	59.142	47.211	58	57	-59.134	-47.200
59	60	220.389	175.968	60	59	-220.377	-175.949
60	61	20.289	16.194	61	60	-20.288	-16.193
60	62	200.089	159.755	62	60	-200.056	-159.705
62	63	13.748	10.973	63	62	-13.747	-10.973
62	64	186.308	148.732	64	62	-186.301	-148.721
64	65	38.425	30.670	65	64	-38.424	-30.669
64	66	147.876	118.051	66	64	-147.851	-118.012
66	67	90.881	72.541	67	66	-90.880	-72.538
68	69	1807.527	608.277	69	68	-1806.556	-606.792
69	70	22.354	17.843	70	69	-22.354	-17.842
69	71	1784.202	588.950	71	69	-1783.906	-588.498
71	72	1759.302	568.860	72	71	-1758.582	-567.759
72	73	1713.835	532.043	73	72	1713.723	-531.871

73	74	1660.918	489.724	74	73	-1658.784	-486.463
74	75	1605.926	444.273	75	74	-1605.050	-442.933
75	76	1535.673	387.558	76	75	-1534.890	-386.361
76	77	765.585	11.360	77	76	-765.569	-11.334
76	103	769.304	375.001	103	76	-768.723	-374.112
77	78	121.501	96.987	78	77	-121.493	-96.975
77	82	490.567	151.791	82	77	-490.533	-151.739
77	96	153.501	122.556	96	77	-153.481	-122.525
78	79	55.277	44.123	79	78	-55.274	-44.119
79	80	25.641	20.466	80	79	-25.640	-20.466
79	81	29.633	23.653	81	79	-29.633	-23.653
82	83	416.324	92.508	83	82	-416.271	-92.425
83	84	345.923	36.276	84	83	-345.855	-36.172
84	85	20.196	16.120	85	84	-20.195	-16.120
84	86	325.659	20.052	86	84	-325.583	-19.935
86	87	262.957	-30.051	87	86	-262.947	30.067
87	88	191.444	-87.139	88	87	-191.394	87.215
88	89	157.702	-114.108	89	88	-157.701	114.108
89	90	57.792	46.132	90	89	-57.789	-46.127
89	92	99.909	-160.240	92	89	-99.896	160.260
90	91	28.684	22.896	91	90	-28.683	-22.894
92	93	43.320	-205.419	93	92	-43.315	205.427
92	94	56.576	45.159	94	92	-56.574	-45.157
94	95	39.494	31.524	95	94	-39.493	-31.523
96	97	117.743	94.000	97	96	-117.728	-93.977
97	98	56.967	45.472	98	97	-56.963	-45.467
97	99	60.761	48.505	99	97	-60.754	-48.494
99	100	32.407	25.868	100	99	-32.405	-25.865
100	101	8.699	6.943	101	100	-8.699	-6.943
101	102	4.046	3.229	102	101	-4.046	-3.229
103	104	698.243	317.857	104	103	-698.178	-317.757
104	105	252.837	201.922	105	104	-252.822	-201.899
104	111	445.341	115.835	111	104	-445.249	-115.694
105	106	206.577	164.988	106	105	-206.473	-164.829
106	107	168.418	134.454	107	106	-168.405	-134.434
107	108	61.287	48.918	108	107	-61.286	-48.917
107	109	107.118	85.516	109	107	-107.096	-85.482
109	110	21.859	17.448	110	109	-21.859	-17.447

111	112	428.710	102.493	112	111	-428.609	-102.339
112	113	289.556	-8.713	113	112	-289.521	8.767
112	122	139.053	111.052	122	112	-139.033	-111.022
113	114	271.127	-23.448	114	113	-271.058	23.554
114	115	218.398	-65.586	115	114	-218.365	65.637
115	116	181.320	144.794	116	115	-181.263	-144.708
116	117	137.519	109.792	117	116	-137.499	-109.762
117	118	99.346	79.309	118	117	-99.342	-79.303
118	119	22.857	18.245	119	118	-22.855	-18.242
118	120	76.485	61.057	120	118	-76.476	-61.044
120	121	42.896	34.242	121	120	-42.892	-34.236
122	123	99.989	79.857	123	122	-99.975	-79.837
123	124	85.403	68.205	124	123	-85.389	-68.185
124	125	60.145	48.036	125	124	-60.116	-47.992
125	126	57.226	45.685	126	125	-57.223	-45.681
126	127	44.109	35.214	127	126	-44.103	-35.205
127	128	22.212	17.731	128	127	-22.209	-17.726
128	129	11.642	9.293	129	128	-11.642	-9.292

15. Gerakan scroll ke bawah untuk melihat tampilan rugi daya tiap saluran.

Saluran	Tipe	Saluran	Saluran	Saluran
Saluran 1	Saluran	Saluran 2	Saluran 3	Saluran 4
Saluran 5	Saluran	Saluran 6	Saluran 7	Saluran 8
Saluran 9	Saluran	Saluran 10	Saluran 11	Saluran 12
Saluran 13	Saluran	Saluran 14	Saluran 15	Saluran 16
Saluran 17	Saluran	Saluran 18	Saluran 19	Saluran 20
Saluran 21	Saluran	Saluran 22	Saluran 23	Saluran 24
Saluran 25	Saluran	Saluran 26	Saluran 27	Saluran 28
Saluran 29	Saluran	Saluran 30	Saluran 31	Saluran 32
Saluran 33	Saluran	Saluran 34	Saluran 35	Saluran 36
Saluran 37	Saluran	Saluran 38	Saluran 39	Saluran 40
Saluran 41	Saluran	Saluran 42	Saluran 43	Saluran 44
Saluran 45	Saluran	Saluran 46	Saluran 47	Saluran 48
Saluran 49	Saluran	Saluran 50	Saluran 51	Saluran 52
Saluran 53	Saluran	Saluran 54	Saluran 55	Saluran 56
Saluran 57	Saluran	Saluran 58	Saluran 59	Saluran 60
Saluran 61	Saluran	Saluran 62	Saluran 63	Saluran 64
Saluran 65	Saluran	Saluran 66	Saluran 67	Saluran 68
Saluran 69	Saluran	Saluran 70	Saluran 71	Saluran 72
Saluran 73	Saluran	Saluran 74	Saluran 75	Saluran 76
Saluran 77	Saluran	Saluran 78	Saluran 79	Saluran 80
Saluran 81	Saluran	Saluran 82	Saluran 83	Saluran 84
Saluran 85	Saluran	Saluran 86	Saluran 87	Saluran 88
Saluran 89	Saluran	Saluran 90	Saluran 91	Saluran 92
Saluran 93	Saluran	Saluran 94	Saluran 95	Saluran 96
Saluran 97	Saluran	Saluran 98	Saluran 99	Saluran 100

Gambar 4-15. Tampilan Hasil Rugi Daya Tiap Saluran.

Tabel 4-7. Rugi Daya Tiap Saluran Penyulang Tumpang Setelah Kompensasi

Saluran		Rugi Daya		Saluran		Rugi Daya	
Dari	Kc	Kw	kVAR	Dari	Kc	Kw	kVAR
1	2	23.819	36.411	68	69	0.971	1.485
2	3	0.001	0.001	69	70	0	0
2	4	8.496	12.987	69	71	0.296	0.452
4	5	4.036	6.170	71	72	0.720	1.101
5	6	0.002	0.002	72	73	0.112	0.172
5	7	7.434	11.365	73	74	2.173	3.261
7	8	4.183	6.395	74	75	0.876	1.340
8	9	0.006	0.010	75	76	0.873	1.197
8	14	1.975	3.020	76	77	0.017	0.026
9	10	0.000	0.001	76	103	0.582	0.889
9	11	0.004	0.007	77	78	0.008	0.012
11	12	0	0	77	82	0.034	0.052
11	13	0	0	77	96	0.021	0.031
14	15	2.126	3.250	78	79	0.003	0.004
15	16	0.002	0.003	79	80	0	0
15	17	6.661	10.182	79	81	0	0
17	18	0.015	0.023	82	83	0.054	0.082
17	20	11.145	17.038	83	84	0.068	0.104
18	19	0.005	0.007	84	85	0	0
20	21	15.532	23.743	84	86	0.077	0.117
21	22	3.532	5.399	86	87	0.010	0.016
22	23	0.049	0.074	87	88	0.050	0.076
22	40	2.060	3.148	88	89	0.000	0.001
23	24	0.054	0.083	89	90	0.003	0.005
24	25	0.063	0.096	89	92	0.013	0.020
25	26	0	0	90	91	0.001	0.002
25	27	0.018	0.027	92	93	0.005	0.008
27	28	0.026	0.039	92	94	0.001	0.002
28	29	0.003	0.004	94	95	0.001	0.001
28	31	0.013	0.019	96	97	0.015	0.022
29	30	0.003	0.005	97	98	0.004	0.006
31	32	0.010	0.015	97	99	0.008	0.011
31	33	0.014	0.022	99	100	0.002	0.003

33	34	0.016	0.025	100	101	0	0
34	35	0.007	0.011	101	102	0	0
34	38	0.012	0.019	103	104	0.065	0.099
35	36	0	0	104	105	0.015	0.023
35	37	0.001	0.002	104	111	0.092	0.141
38	39	0.004	0.007	105	106	0.104	0.159
40	41	1.995	3.050	106	107	0.013	0.020
41	42	0.399	0.610	107	108	0.001	0.001
42	43	0.818	1.251	107	109	0.022	0.034
42	68	0.917	1.401	109	110	0.001	0.001
43	44	0.561	0.858	111	112	0.101	0.154
44	45	0.037	0.056	112	113	0.035	0.054
45	46	0	0	112	122	0.020	0.030
45	47	0.111	0.170	113	114	0.069	0.105
47	48	0.025	0.038	114	115	0.034	0.052
48	49	0.071	0.109	115	116	0.057	0.087
48	52	0.341	0.521	116	117	0.020	0.030
49	50	0.015	0.023	117	118	0.004	0.006
50	51	0.009	0.014	118	119	0.002	0.003
52	53	0.007	0.011	118	120	0.008	0.013
52	59	0.037	0.057	120	121	0.004	0.006
53	54	0	0	122	123	0.014	0.021
53	55	0.040	0.060	123	124	0.013	0.020
55	56	0.003	0.004	124	125	0.029	0.044
55	57	0.005	0.007	125	126	0.003	0.004
57	58	0.007	0.011	126	127	0.006	0.009
59	60	0.012	0.018	127	128	0.003	0.005
60	61	0.001	0.001	128	129	0	0
60	62	0.033	0.050				
62	63	0	0				
62	64	0.007	0.011				
64	65	0.000	0.001				
64	66	0.025	0.039				
66	67	0.002	0.003				

16. Gerakan scroll ke bawah untuk melihat tampilan jumlah pembangkitan, pembebanan, rugi-rugi pada kapasitor sesudah kompensasi

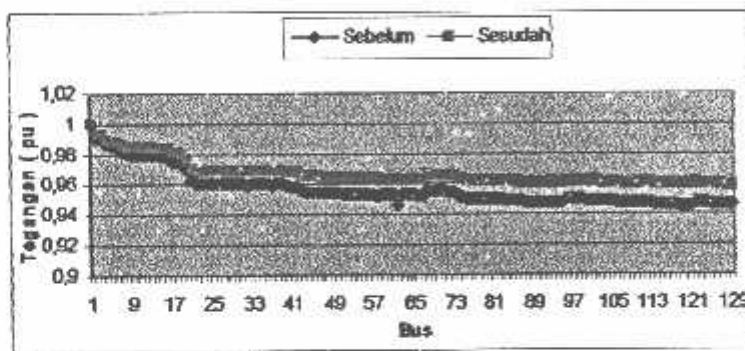
Gambar 4 - 16 . Tampilan Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Pada Kapasitor Sesudah Kompensasi

Tabel 4-8. Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Pada Kapasitor Sebelum dan Sesudah Kompensasi.

	Sebelum Kompensasi	Sesudah Kompensasi
Jumlah Pembangkit	4386.4821+3604.759i	4349.1015+3547.6165i
Jumlah Pembebanan	4244.6948+3388.0134i	4244.6948+3388.0134i
Jumlah Rugi-Rugi	141.7873+216.7455i	104.4067+159.603i
Jumlah Iterasi	3	3

Pada Tabel 4-8 Dimana jumlah pembangkitan, jumlah pembebanan, jumlah rugi-rugi setelah kompensasi dengan menggunakan metode *Fuzzy-Algorithm Genetika* pada penyulang Tumpang.

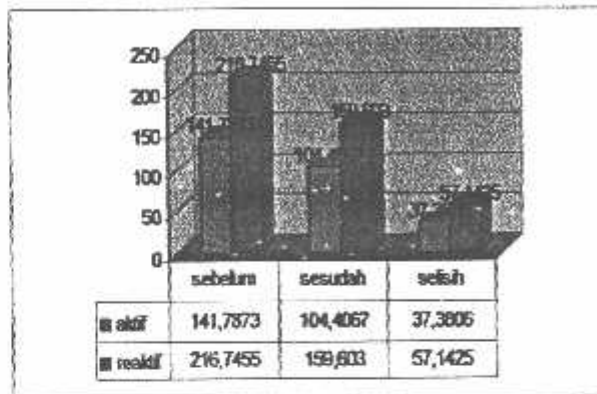
Grafik 4- 1. Perbandingan Tegangan Tiap Bus Terhadap Tegangan Awal, Dan perbandingan Tegangan Sesudah Kompensasi



Grafik 4-1. adalah grafik perbandingan tegangan tiap bus terhadap tegangan awal, sebelum dan sesudah kompensasi, bahwa tegangan terendah yang diijinkan pada bus 129 sebesar $0.94591 pu$, dan setelah kompensasi pada kapasitor naik menjadi $0.95862 pu$.

Di mana batas tegangan yang diijinkan oleh pihak PLN adalah sebesar $0,95 pu$ sampai $1.05 pu$.

Grafik 4-2. Rugi-rugi Daya Sebelum dan Sesudah Kompensasi



Dari grafik 4-2. terlihat bahwa terjadi penurunan rugi daya aktif maupun daya reaktif setelah pemasangan kapasitor. Dan hasil kompensasi dengan metode *Fuzzy-Genetic Algorithm* menghasilkan daya yang lebih kecil pada kapasitor.

Dengan penempatan kapasitor pada bus-bus yang telah ditentukan secara optimal melalui metode *Fuzzy-Genetic Algorithm* dengan program Matlab 7.0.1, maka telah menemukan setelah pemasangan kapasitor dengan penurunan rugi daya terbanyak dan mendapatkan kenaikan tegangan rata-rata, dengan kriteria rugi daya sebelum kompensasi dan sesudah kompensasi yang terdapat pada grafik 4-2.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis mengenai pemilihan kapasitor yang optimal pada sistem distribusi radial 20 kV dengan menggunakan metode *A Fuzzy-Genetic Algorithm* dari uji coba program, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *A Fuzzy-Genetic Algorithm* letak kapasitor pada bus 25, 55, 77, 93, 115.
2. Dimana besar kapasitor pada bus 25 kapasitas yang terpasang 120 kVAR, pada bus 55 kapasitas yang terpasang 240 kVAR, pada bus 77 kapasitas yang terpasang 360 kVAR, pada bus 93 kapasitas yang terpasang 240 kVAR, pada bus 115 kapasitas yang terpasang 240 kVAR.
3. Dari hasil perhitungan aliran daya sebelum kompensasi dengan metode *Newton Raphson* pada Penyulang Tumpang, tegangan yang beroperasi diluar batas yang diijinkan (0,95% - 1,05%), tidak terjadi pada semua bus. Tegangan terendah saluran yang terjadi sebesar 0,94591 pu pada bus 129 dan setelah kompensasi kapasitor naik menjadi 0,95862 pu, naik 1,34 %.
4. Besarnya penurunan rugi-rugi daya setelah kompensasi dengan metode *Fuzzy Genetic Algorithm* : rugi daya aktif sebelum kompensasi sebesar 141,7873 kW

turun menjadi 104,4067 kW sedangkan rugi daya reaktif sebelum kompensasi sebesar 216,7455 kW turun menjadi 159,603 kW.

5. Nilai penghematan (*net savings*) sebesar 156.1994 US \$. Untuk menempatkan 5 buah kapasitor dengan total kapasitas sebesar 1200 Mvar.

5.2. Saran

Pemilihan kapasitor ini pada jaringan distribusi radial dengan menggunakan metode *Fuzzy - Genetic Algorithm* yang telah dibahas perlu dikembangkan dan diaplikasikan untuk menganalisa saluran - saluran yang telah ada maupun untuk perancangan perluasan jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. P.V. Prasad, S.Sivanagaraju, N.Sreenivasulu,
"A Fuzzy-Genetic Algorithm For Optimal Capacitor Placement In Radial
Distribution Electrical and Electronics Engineering Department, Chaitanya
Bharathi Institute India, June 2007 Systems"
- [2]. Hasan Basri, Ir "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan
Humas IST Bumi Srengsreng Indah P. Minggu, Jakarta Selatan, 1996.
- [3]. Ir. Djiteng Marsudi, " Operasi Sistem Tenaga Listrik ", Balai Penerbit dan
Humas ISTN, 1990
- [4]. Stevenson Jr., William, " Analisa Sistem Tenaga ", Erlangga Edisi ke-4,
1996.
- [5]. AS Pabla " Sistem Distribusi Daya Listrik " *Punjab State Electricity Board*
Chandigarh, Penerbit Erlangga Jakarta 10420.
- [6]. Dr. Ir. Bambang Triatmojo, CES., DEA. " Metode Numerik ", Penerbit Beta
Offset.

LAMPIRAN





PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : SIBIT PRASETTO
NIM : 00.12057
Semester : 13
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika / Teknik Energi Listrik
Alamat : Jl. CUMBERSARI GAS W No. 2610

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat *SKRIPSI Tingkat Sarjana*. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi. Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan *SKRIPSI* adalah sebagai berikut :

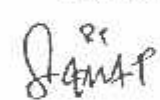
1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro


(Prati Handayani)

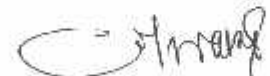
Malang, 12 Januari 2007
Pemohon


(SIBIT PRASETTO)

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. F. Yudi L. Praptono, MT
NIP. P. 70395002740

Mengetahui
Dosen Wali


(Ir. I Made Wartana, MT)

Catatan :

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

DK. 335 / 2007

130 P. E. E.



FORMULIR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO/T. ENERGI LISTRIK S-1

1.	Nama Mahasiswa : SIGIT PRASETYO	Nim : 00.12.057		
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal 10	Bulan 12	Tahun 2007
Spesifikasi Judul *)				
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Mesin-Mesin Elektrik & Elda c. Sistem Pemb. Energi Elektrik		d. Sistem Kendali e. Teknik Tegangan Tinggi f. Lainnya	
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Kelompok Dosen Keahlian **) <i>Ir. Taufik Hidayat, MT</i>		Ketua Jurusan, <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> Nip. Y. 1039500274	
5.	Judul yang diajukan mahasiswa	ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY-GENETIC ALGORITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DI GI PAKIS		
6.	Perubahan Judul yang Diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Cacatan :			
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Kelompok Dosen Keahlian		Disetujui, Kelompok Dosen Keahlian Tanggal : _____	

Perhatian :

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan ke Jurusan paling lambat *satu minggu* setelah disetujui Kelompok Dosen Keahlian dengan dilampirkan Proposal Skripsi beserta persyaratan Skripsi sesuai **Form. S-1**.
2. *) difingkari a, b, c, ... atau f, sesuai bidang Keahlian.
3. **) diisi oleh Jurusan.

Form.S-2

PT. PLN (PERSERO)

DISTRIBUSI JAWA TIMUR

AREA PELAYANAN & JARINGAN MALANG



Certificate No.: QSC
00475

Telepon : 0341 - 326034 (Hunting)
Faks : 211

Faksimile : 0341 - 362046

Nomor : 201 /330/APJ-MLG/2007
Surat Sdr.No : ITN-393/III.TA-2/2 /2007
Lampiran : -
Perihal : Ijin Survey

Malang, 17 Desember 2007

Kepada
ITN. Malang
Fakultas Teknologi Industri
Jl. Raya Karanglo, Km 2
Di
Malang

Dengan Hormat,

Menindaklanjuti surat saudara ITN-393/III.TA-2/2/2007 Tanggal 08 Desember 2007 perihal tersebut di atas, maka dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan mahasiswa saudara atas nama :

Sigit Prasetyo

Nim : 00.12.057

Untuk melaksanakan Survey di PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 26 Desember 2007 sampai dengan 26 Januari 2008 dengan catatan PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.

Sebelumnya diminta agar mahasiswa tersebut mengisi surat pernyataan, dilengkapi dengan pas photo ukuran 3 X 4 Cm di SDM & Administrasi PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang.

Demikian agar menjadikan maklum.



Tembusan:

1. SPV Terkait
2. Manajer GP, UI & J. PI Terkait



Lampiran : 1 (Satu) Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Taufik Hidayat, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Sigit Prasetyo
Nim : 00.12.057
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-I

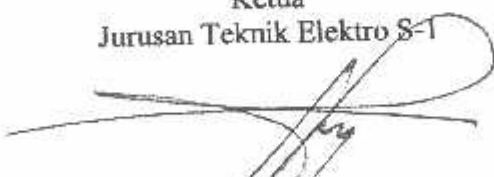
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping^{*)}, untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposals terlampir) :

**ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FUZZY – GENETIC ALGORITHM*
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DI GARDU INDUK
PAKIS MALANG**

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro.
Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terima kasih.

Malang, November 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-I


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

Hormat kami,



Sigit Prasetyo
Nim : 00.12.057

^{*)} Coret yang tidak perlu



Lampiran : 1 (Satu) Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir.Djojo Priatmono, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Sigit Prasetyo
Nim : 00.12.057
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-I

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping^{*)}, untuk penyusunan Skripsi dengan judul(proposal terlampir) :

**ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FUZZY – GENETIC ALGORITHM*
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DI GARDU INDUK
PAKIS MALANG**

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro.
Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terima kasih.

Malang, November 2007

Hormat kami,

Sigit Prasetyo
Nim : 00.12.057

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-I

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

^{*)} Coret yang tidak perlu



PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Sigit Prasetyo
Nim : 00.12.057
Semester : XV (Lima Belas)
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-I

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN MENGUNAKAN METODE FUZZY - GENETIC ALGORITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DI GARDU INDUK PAKIS MALANG

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, November 2007

Kami yang Membuat Pernyataan,

Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y. 1018700015

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa yang bersangkutan kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu



PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Sigit Prasetyo
Nim : 00.12.057
Semester : XV (Lima Belas)
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

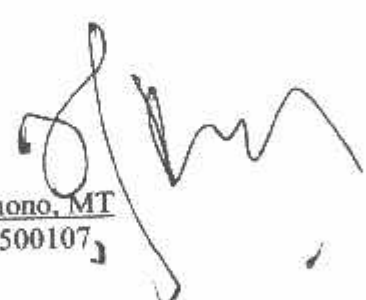
Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** ^{*)} Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN MENGUNAKAN METODE *FUZZY – GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DI GARDU INDUK PAKIS MALANG

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, November 2007

Kami yang Membuat Pernyataan,


Ir. Djojo Priatmono, MT
NIP. Y. 1018500107,

Catatan :
Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa yang bersangkutan kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

^{*)} Coret yang tidak perlu



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

(PERSERO) MALANG
KNIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Februari 2008

Nomor : ITN-123/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI!**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. DJOJO PRIATMONO, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : SIGIT PRASETYO
Nim : 0012057
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

14 Februari 2008 s/d 14 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami sampaikan
terima kasih.

Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi L. Anpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

II (PERSERO) MALANG
NPK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Februari 2008

Nomor : ITN-122/LTA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir.TAUFIK HIDAYAT, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : SIGIT PRASETYO
Nim : 0012057
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/l selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

14 Februari 2008 s/d 14 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1
Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

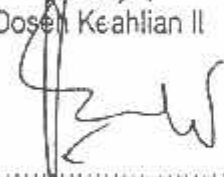

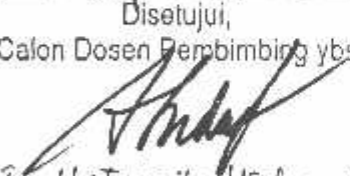
1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>SIGIT PRASETYO</u>	Nim: <u>00.12057</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>13.02.2008</u>
Waktu		
Tempat		
Ruahg:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	<input type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISA PEMBAMPATAN KAPASITOR DENGAN MEMBUNYIKAN METODE FUZZY-GENETIC ALGORITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DI BARDU INDUK PAKIS MALANG</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian
3.	Catatan:	
Catatan:		
Persetujuan Judul Skripsi		
Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II
.....		
Mengetahui, Ketua Jurusan		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
		
<u>Ir. F. Yadi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274		<u>Ir. H. Taufik Hidayat, MT</u>

eterangan:



1 Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>SIGIT PRASETYO</u>	Nim: <u>00.12057</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>13.02.2008</u>
Tempat		
Ruahg:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	<input type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY - GENETIC ALGORITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL DI BAWAH INDUK PAKIS MALANG</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian
6.	Catatan:	
	
Catatan:		
.....		
Persetujuan Judul Skripsi		
Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II
.....		
Mengetahui, Ketua Jurusan		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
		<u>Ir. Rjojo Priatmono, MT</u>
<u>Ir. F. Yadi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274		

keterangan:

- i) Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
- **) diilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



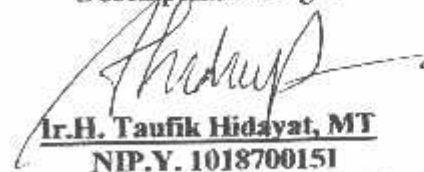
FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SIGIT PRASETYO
Nim : 00.12.057
Masa Bimbingan : 14 February 2008 - 14 Agustus 2008
Judul Skripsi : Analisa Penempatan Kapasitor Dengan Menggunakan Metode Fuzzy – Genetic Algorithm Pada Sistem Distribusi Radial Di Gi Pakis Malang

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	16/02	Selesaikan bab IV	Ah
2	20/02	Tambahkan flowchart penyelesaian masalah	Ah
3	3/03	Buat analisisnya	Ah
4	20/03	Lengkapi bab V	Ah
5	29/03	kesimpulan menjawab tujuan, munculkan angka-nya	Ah
6	1/05	Lengkapi bab III	Ah
7	20/05	Lengkapi data & permasalahan yang ada di lapangan	Ah
8	23/05	Lengkapi bab II	Ah
9	26/06	Revisi bab II, teori busbar untuk melengkapi bab IV	Ah
10	28/06	Revisi Summary akhir	Ah

Malang,

Dosen pembimbing II


Ir.H. Taufik Hidayat, MT
NIP.V. 1018700151

Form S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SIGIT PRASETYO
Nim : 00.12.057
Masa Bimbingan : 14 February 2008 - 14 Agustus 2008
Judul Skripsi : **Analisa Penempatan Kapasitor Dengan Menggunakan Metode Fuzzy – Genetic Algorithm Pada Sistem Distribusi Radial Di Gi Pakis Malang**

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

Malang,

Dosen pembimbing II

Ir. Djojo Priatmono, MT
NIP. Y. 1018500107

Form S-4a



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Kamis
Tanggal : 25 September 2008

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : SIGIT PRASETYO
2. NIM : 00.12.057
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : Analisa Penempatan Kapasitor Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy-Genetic Algorithm* Pada Sistem Distribusi Radial 20 Kv Di GI Pakis Malang

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Daftar Pustaka	
2.	Data Hasil Harap Dilampirkan	
3.	Kesimpulan Tidak Ada Tabel	

Anggota Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y. 103 8900 209

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Taufik Hidavat, MT
NIP.Y. 101 8700 151

Dosen Pembimbing II

Ir. Djojo Pritmono, MT
NIP.Y. 101 8500 107



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Kamis
Tanggal : 25 September 2008

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : SIGIT PRASETYO
2. NIM : 00.12.057
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : Analisa Penempatan Kapasitor Dengan Menggunakan Metode *A Fuzzy-Genetic Algorithm* Pada Sistem Distribusi Radial 20 Kv Di GI Pakis Malang

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Abstrak	
2.	Hal 39 – 67 masukan Bab II	
3.	Hal 69 – 83 masukan Bab III	

Anggota Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y.120 8400 082

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y.101 8700 151

Dosen Pembimbing II

Ir. Djojo Prtmono, MT
NIP.Y.101 8500 107

Fuzzyex

```
function [sen]=FuzzyExpertSystem()
global CapBank;
cap=CapBank*2;
global Nbus
Pis=zeros((Nbus-1),1);
Vol=zeros((Nbus-1),1);
for i=2:Nbus
    [Pis(i-1),Vol(i-1)]=HitungCap(i,cap);
end
minPis=Pis(1);
maxPis=Pis(1);
for i=2:(Nbus-1)
    if minPis>Pis(i)
        minPis=Pis(i);
    end
    if maxPis<Pis(i)
        maxPis=Pis(i);
    end
end
normPis=zeros((Nbus-1),1);
for i=1:(Nbus-1)
    normPis(i)=(Pis(i)-minPis)/(maxPis-minPis);
end
f = zeros((Nbus-1),1);
f = readfis('fuzcap.fis');
for i=1:(Nbus-1)
    tmpeen=evalfis([Vol(i) normPis(i)],f);
    sen(i)=1-tmpsen;
end
```

```
function [Ploss,Vol]=HitungCap(nobus,cap)
global Nbus Z Lc Tr Ts Cap Beban Pbase Zbase TypSal CapSal;
x=Beban(:,1);
rows=length(x);
x=Beban(1,:);
cols=length(x);
BebanNew=zeros(rows,cols);
for i=1:rows
    for j=1:cols
        BebanNew(i,j)=Beban(i,j);
    end
    if i==nobus
        BebanNew(i,4)=cap;
    end
end
end
```

```
[V,ite,AIir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Ts,...
    Cap,BebanNew,Pbase,Zbase,TypSal);
```

```
Ploss=real(Rr);
Vol=real(V(nobus));
```

GeneticAlgorithm

```
function [aMin,aAvg,aMax,BestChrom]=Genetic(MaxGen,PopSize,Pcross,...
    Param,Length,Ka,Ncap)
    aMin=zeros(MaxGen,1);
    aMax=zeros(MaxGen,1);
    aAvg=zeros(MaxGen,1);
    [Parent]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length);
    [Child]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length);
    Parent=InitParent(Parent,PopSize,Param,Length,Ncap,Ka);
    MaxIndi=CariMaxIndividu(PopSize,Parent);
    [min,avg,max,SumFitness]=Statistik(PopSize,Parent);
    for i=1:MaxGen
        Child=Generasi(PopSize,Param,Length,Pcross,Parent,Child,SumFitness,Ka);
        [Parent]=FindNewParent(PopSize,Param,Length,Parent,Child);
        [min,avg,max,SumFitness]=Statistik(PopSize,Parent);
        tmpIndi=CariMaxIndividu(PopSize,Parent);
        if MaxIndi.fitness<tmpIndi.fitness
            MaxIndi=GetIndividu(tmpIndi);
        end
        aMin(i)=min;
        aAvg(i)=avg;
        aMax(i)=max;
        fprintf('%2.0f',i);
    end
    BestChrom=GetBestChrom(MaxIndi);
```

```
function [allele]=GetRandom(min,max)
    allele=min+rand*(max-min);
```

```
function [val]=CariMin(data)
    rows=length(data);
    val=data(1);
    for i=2:rows
        if val>data(i)
            val=data(i);
        end
    end
```

```
function [val]=CariMax(data)
    rows=length(data);
    val=data(1);
    for i=2:rows
        if val<data(i)
            val=data(i);
        end
    end
```

```
function [allele]=GetRandomSen(sen,min,max)
    allele=round(min+rand*(max-min));
    senMin=CariMin(sen);
    senMax=CariMax(sen);
    eps=(senMax-senMin)/2;
    cek=sen(allele-1);
    while cek<eps
        allele=round(min+rand*(max-min));
```



```

        oek=sen(allele-1);
    and
function [chrom]=GetRandomChrom(Param,Length,Ncap)
global sen;
chrom=zeros(Param,Length);
for i=1:Param
    for j=2:Length
        md=rand;
        if md<=0.5
            chrom(i,j)=1;
        else
            chrom(i,j)=0;
        end
    end
end
pos=zeros(Ncap,1);
min=2;
max=Param;
for i=1:Ncap
    pos(i)=round(GetRandomSen(sen,min,max));
    oek=1;
    while oek==1
        if i==1
            break;
        end
        for j=1:(i-1)
            if pos(j)==pos(i)
                pos(i)=round(GetRandomSen(sen,min,max));
                oek=1;
            else
                oek=0;
            end
        end
    end
end
ia=pos(i);
chrom(ia,1)=1;
end

function [Individu]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length)
for i=1:PopSize
    Individu(i).chrom=zeros(Param,Length);
    Individu(i).fitness=0;
end

function [NewIndi]=GetIndividu(OldIndi)
x=OldIndi.chrom(:,1);
rows=length(x);
x=OldIndi.chrom(1,:);
cols=length(x);
NewIndi.chrom=zeros(rows,cols);
NewIndi.fitness=0;
for i=1:rows

```

```

        for j=1:cols
            NewIndi.chrom(i,j)=OldIndi.chrom(i,j);
        end
    end
    NewIndi.fitness=OldIndi.fitness;

function [MaxIndi]=CarriMaxIndividu(PopSize,CurrIndi)
    MaxIndi=GetIndividu(CurrIndi(1));
    for i=2:PopSize
        if MaxIndi.fitness<CurrIndi(i).fitness
            MaxIndi=GetIndividu(CurrIndi(i));
        end
    end
end

function [Parent]=InitParent(Parent,PopSize,Param,Length,Ncap,Ka)
    for i=1:PopSize
        Parent(i).chrom=GetRandomChrom(Param,Length,Ncap);
        Parent(i).fitness=Ka/ObjFunc(Parent(i).chrom);
    end
end

function [min,avg,max,sumFitness]=Statistik(PopSize,Parent)
    min=Parent(1).fitness;
    max=Parent(1).fitness;
    sumFitness=Parent(1).fitness;
    for i=2:PopSize
        if max<Parent(i).fitness
            max=Parent(i).fitness;
        end
        if min>Parent(i).fitness
            min=Parent(i).fitness;
        end
        sumFitness=sumFitness+Parent(i).fitness;
    end
    avg=sumFitness/PopSize;
end

function [mate]=Seleksi(PopSize,Parent,SumFitness)
    partsum=0;
    i=0;
    mate=0;
    rnd=rand*SumFitness;
    for i=1:PopSize
        partsum=partsum+Parent(i).fitness;
        if partsum>rnd
            mate=i;
            break;
        end
    end
    if mate==0
        mate=PopSize;
    end
end

function [chromC1,chromC2]=Crossover(Param,Length,chromP1,chromP2,Pcross)
    chromC1=zeros(Param,Length);
    chromC2=zeros(Param,Length);
    md=rand;
    if md<=Pcross

```

```

pos1=round(1+rand*((Param-1)-1));
pos2=round(1+rand*((Param-1)-1));
while pos1==pos2
    pos2=round(1+rand*((Param-1)-1));
end
if pos2<pos1
    tmp=pos1;
    pos1=pos2;
    pos2=tmp;
end
for i=1:pos1
    for j=1:Length
        chromC1(i,j)=chromP2(i,j);
        chromC2(i,j)=chromP1(i,j);
    end
end
for i=(pos1+1):pos2
    for j=1:Length
        chromC1(i,j)=chromP1(i,j);
        chromC2(i,j)=chromP2(i,j);
    end
end
for i=(pos2+1):Param
    for j=1:Length
        chromC1(i,j)=chromP2(i,j);
        chromC2(i,j)=chromP1(i,j);
    end
end
else
    for i=1:Param
        for j=1:Length
            chromC1(i,j)=chromP1(i,j);
            chromC2(i,j)=chromP2(i,j);
        end
    end
end
end

```

```

function [Child]=Generasi(PopSize,Param,Length,Pcross,Parent,Child,SumFitness,Ka) =1;
while (i<=PopSize)
    mate1=Seleksi(PopSize,Parent,SumFitness);
    mate2=Seleksi(PopSize,Parent,SumFitness);
    [Child(i).chrom,Child(i+1).chrom]=Crossover(Param,Length,Parent(mate1).chrom,
        Parent(mate2).chrom,Pcross);
    Child(i).fitness=Ka/ObjFunc(Child(i).chrom);
    Child(i+1).fitness=Ka/ObjFunc(Child(i+1).chrom);
    i=i+2;
end

```

```

function [Parent]=FindNewParent(PopSize,Param,Length,Parent,Child)
[tmp]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length);
for i=1:PopSize
    pos=i;
    while (pos==i)
        md=rand;
        pos=round(1+md*(PopSize-1));
    end
end

```

```

        end
        if Child(i).fitness>Parent(pos).fitness
            tmp(i)=GetIndividu(Child(i));
        else
            tmp(i)=GetIndividu(Parent(pos));
        end
    end
end
for i=1:PopSize
    Parent(i)=GetIndividu(tmp(i));
end

```

```

function [chrom]=GetBestChrom(MaxIndi)
x=MaxIndi.chrom(:,1);
rows=length(x);
x=MaxIndi.chrom(1,:);
cols=length(x);
chrom=zeros(rows,cols);
for i=1:rows
    for j=1:cols
        chrom(i,j)=MaxIndi.chrom(i,j);
    end
end
end

```

Gafes

```

function
[aMin,aAvg,aMax,BestChrom]=GeneticES(MaxGen,PopSize,Procs,Pmutasi,Param,Length,Ka,Ncap,csi)
aMin=zeros(MaxGen,1);
aMax=zeros(MaxGen,1);
aAvg=zeros(MaxGen,1);
[Parent]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length);
[Child]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length);
[Parent]=InitParent(Parent,PopSize,Param,Length,Ncap,Ka,csi);
MaxIndi=CariMaxIndividu(PopSize,Parent);
[min,avg,max,SumFitness]=Statistik(PopSize,Parent);
for i=1:MaxGen
    Child=Generasi(PopSize,Param,Length,Procs,Pmutasi,Parent,Child,SumFitness,Ka);
    [Parent]=FindNewParent(PopSize,Param,Length,Parent,Child);
    [min,avg,max,SumFitness]=Statistik(PopSize,Parent);
    tmpIndi=CariMaxIndividu(PopSize,Parent);
    if MaxIndi.fitness<tmpIndi.fitness
        MaxIndi=GetIndividu(tmpIndi);
    end
    aMin(i)=min;
    aAvg(i)=avg;
    aMax(i)=max;
    fprintf('%2.0f,i);
end
BestChrom=GetBestChrom(MaxIndi);

```

```

function [allele]=GetRandom(min,max)
allele=min+rand*(max-min);

```

```

function [allele]=GetRandomCSI(csi)
rows=length(csi);
sumcsi=0;

```

```

for i=1:rows
    sumcsi=sumcsi+csi(i);
end
partsum=0;
i=0;
allele=0;
md=rand*sumcsi;
for i=1:rows
    partsum=partsum+csi(i);
    if partsum>md
        allele=i;
        break;
    end
end
if allele==0
    allele=rows;
end
allele=allele+1;

```

```

function [chrom]=GetRandomChrom(Param,Length,Ncap,csi)
chrom=zeros(Param,Length);
for i=1:Param
    for j=2:Length
        md=rand;
        if md<=0.5
            chrom(i,j)=1;
        else
            chrom(i,j)=0;
        end
    end
end
pos=zeros(Ncap,1);
for i=1:Ncap
    pos(i)=round(GetRandomCSI(csi));
    cek=1;
    while cek==1
        if i==1
            break;
        end
        for j=1:(i-1)
            if pos(j)==pos(i)
                pos(i)=round(GetRandomCSI(csi));
                cek=1;
            else
                cek=0;
            end
        end
    end
end
end
for i=1:Ncap
    ia=pos(i);
    chrom(ia,1)=1;
end

```

```

function [Individu]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length)
    for i=1:PopSize
        Individu(i).chrom=zeros(Param,Length);
        Individu(i).fitness=0;
    end
function [NewIndi]=GetIndividu(OldIndi)
    x=OldIndi.chrom(:,1);
    rows=length(x);
    x=OldIndi.chrom(1,:);
    cols=length(x);
    NewIndi.chrom=zeros(rows,cols);
    NewIndi.fitness=0;
    for i=1:rows
        for j=1:cols
            NewIndi.chrom(i,j)=OldIndi.chrom(i,j);
        end
    end
    NewIndi.fitness=OldIndi.fitness;

function [MaxIndi]=CariMaxIndividu(PopSize,CurrIndi)
    MaxIndi=GetIndividu(CurrIndi(1));
    for i=2:PopSize
        if MaxIndi.fitness<CurrIndi(i).fitness
            MaxIndi=GetIndividu(CurrIndi(i));
        end
    end

function [Parent]=InitParent(Parent,PopSize,Param,Length,Ncap,Ka,csi)
    for i=1:PopSize
        Parent(i).chrom=GetRandomChrom(Param,Length,Ncap,csi);
        Parent(i).fitness=ObjFuncFES(Parent(i).chrom);
    end

function [min,avg,max,sumFitness]=Statistik(PopSize,Parent)
    min=Parent(1).fitness;
    max=Parent(1).fitness;
    sumFitness=Parent(1).fitness;
    for i=2:PopSize
        if max<Parent(i).fitness
            max=Parent(i).fitness;
        end
        if min>Parent(i).fitness
            min=Parent(i).fitness;
        end
        sumFitness=sumFitness+Parent(i).fitness;
    end
    avg=sumFitness/PopSize;

function [mate]=Seleksi(PopSize,Parent,SumFitness)
    partsum=0;
    i=0;
    mate=0;
    rd=rand*SumFitness;
    for i=1:PopSize
        partsum=partsum+Parent(i).fitness;
    end

```

```

        if partsum>md
            male=i;
            break;
        end
    end
end
if male==0
    mate=PopSize;
end

```

```

function [AlleleChild]=Mutasi(AlleleParent,Pmutasi)
md=rand;
if md<=Pmutasi
    if AlleleParent==1
        AlleleChild=0;
    else
        AlleleChild=1;
    end
else
    AlleleChild=AlleleParent;
end

```

```

function [chromC]=MutasiChrom(chromP,Pmutasi)
x=chromP(:,1);
rows=length(x);
x=chromP(1,:);
cols=length(x);
chromC=zeros(rows,cols);
for i=1:rows
    for j=1:cols
        chromC(i,j)=Mutasi(chromP(i,j),Pmutasi);
    end
end

```

```

function [chromC1,chromC2]=Crossover(Param,Length,chromP1,chromP2,Pcross)
chromC1=zeros(Param,Length);
chromC2=zeros(Param,Length);
md=rand;
if md<=Pcross
    pos1=round(1+rand*((Param-1)-1));
    pos2=round(1+rand*((Param-1)-1));
    while pos1==pos2
        pos2=round(1+rand*((Param-1)-1));
    end
    if pos2<pos1
        tmp=pos1;
        pos1=pos2;
        pos2=tmp;
    end
    for i=1:pos1
        for j=1:Length
            chromC1(i,j)=chromP2(i,j);
            chromC2(i,j)=chromP1(i,j);
        end
    end
    for i=(pos1+1):pos2

```

```

        for j=1:Length
            chromC1(i,j)=chromP1(i,j);
            chromC2(i,j)=chromP2(i,j);
        end
    end
    for i=(pos2+1):Param
        for j=1:Length
            chromC1(i,j)=chromP2(i,j);
            chromC2(i,j)=chromP1(i,j);
        end
    end
else
    for i=1:Param
        for j=1:Length
            chromC1(i,j)=chromP1(i,j);
            chromC2(i,j)=chromP2(i,j);
        end
    end
end
end

```

```

function [Child]=Generasi(PopSize,Param,Length,Pcross,Pmutasi,Parent,Child,SumFitness,Ka)
i=1;
while (i<=PopSize)
    mate1=Seleksi(PopSize,Parent,SumFitness);
    mate2=Seleksi(PopSize,Parent,SumFitness);
    [Child(i).chrom,Child(i+1).chrom]=Crossover(Param,Length,Parent(mate1).chrom,...
    Parent(mate2).chrom,Pcross);
    Child(i).chrom=MutasiChrom(Child(i).chrom,Pmutasi);
    [Child(i+1).chrom]=MutasiChrom(Child(i+1).chrom,Pmutasi);
    Child(i).fitness=ObjFuncFES(Child(i).chrom);
    Child(i+1).fitness=ObjFuncFES(Child(i+1).chrom);
    i=i+2;
end

```

```

function [Parent]=FindNewParent(PopSize,Param,Length,Parent,Child)
[tmp]=InitialIndividu(PopSize,Param,Length);
for i=1:PopSize
    pos=i;
    while (pos==i)
        nd=rand;
        pos=round(1+nd*(PopSize-1));
    end
    if Child(i).fitness>Parent(pos).fitness
        tmp(i)=GetIndividu(Child(i));
    else
        tmp(i)=GetIndividu(Parent(pos));
    end
end
for i=1:PopSize
    Parent(i)=GetIndividu(tmp(i));
end

```



```

function [chrom]=GetBestChrom(MaxIndi)
    x=MaxIndi.chrom(:,1);
    rows=length(x);
    x=MaxIndi.chrom(1,:);
    cols=length(x);
    chrom=zeros(rows,cols);
    for i=1:rows
        for j=1:cols
            chrom(i,j)=MaxIndi.chrom(i,j);
        end
    end
end

```

loadflow

```

function [PLOW,Pmed,Ppea]=InitLoadflow()
global kLow kMed kPea;
global Nbus Z Lc Tr Ts Cap Beban Pbase Zbase TypSal CapSal;
[BebanLow,BebanMed,BebanPea]=DecodeBeban(Beban,kLow,kMed,kPea);
[V,ite,Air,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Ts,...
    Cap,BebanLow,Pbase,Zbase,TypSal);
PLOW=real(Rr);
[V,ite,Air,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Ts,...
    Cap,BebanMed,Pbase,Zbase,TypSal);
Pmed=real(Rr);
[V,ite,Air,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Ts,...
    Cap,BebanPea,Pbase,Zbase,TypSal);
Ppea=real(Rr);

```

```

function [BebanLow,BebanMed,BebanPea]=DecodeBeban(Beban,kLow,kMed,kPea)
x=Beban(:,1);rows=length(x);
x=Beban(1,:);
cols=length(x);
BebanLow=zeros(rows,cols);
for i=1:rows
    for j=1:cols
        BebanLow(i,j)=Beban(i,j);
    end
    BebanLow(i,5)=kLow*Beban(i,5);
    BebanLow(i,6)=kLow*Beban(i,6);
end
BebanMed=zeros(rows,cols);
for i=1:rows
    for j=1:cols
        BebanMed(i,j)=Beban(i,j);
    end
    BebanMed(i,5)=kMed*Beban(i,5);
    BebanMed(i,6)=kMed*Beban(i,6);
end
BebanPea=zeros(rows,cols);
for i=1:rows
    for j=1:cols
        BebanPea(i,j)=Beban(i,j);
    end
    BebanPea(i,5)=kPea*Beban(i,5);
    BebanPea(i,6)=kPea*Beban(i,6);
end
End

```

DATA BEBAN GARDU INDUK

BULAN : FEBRUARI 2007

NO	GARDU INDUK MERK TRAFO PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		PANJANG JTM (kms)	KABEL INCOMING TRF & OUTGOING		I Nom (Amp)	I Set (µmp)	BEBAN		PROSENTASE I NOM		KETERANGAN
			SKTM	SUTM		JENIS	(mm2)			SIANG	MALAM	SIANG	MALAM	
22	P. AGUS SALIM	20	496	5.356	5.852	X L P E	3 X 240	385	260	80	105	20,8	27,3	
23	P. JODIPAN	20	1.853	22.409	24.262	X L P E	3 X 240	385	260	165	235	42,9	61,0	
24	P. LOWOKWARU	20												
	Trafo II / 20 MVA TAKAOKA	70 / 20 KV												
25	P. BUNUL	20	115	21.709	21.824	C V T	3 X 150	304	300	150	180	49,3	59,2	
26	P. K.D. KANDANG	20	80	16.451	16.531	C V T	3 X 150	304	300	43	70	14,1	23,0	
27	P. ZAENAL ZAKSE	20	401	10.295	10.698	C V T	3 X 150	304	240	75	96	24,7	32,2	
	SUB JUMLAH III		3.422	93.758	97.180									
IV.	GI. GAMPINGAN													
	Trafo I / 20 MVA UNINDO	70 / 20 KV												
28	P. AYUWANGI	20	0	0	0					0	0	0,0	0,0	TEGANGAN 70 KV
	SUB JUMLAH IV		0	0	0									
V.	GI. PAKIS													
	Trafo I / 30 MVA TELK	150 / 20 KV												
29	P. BANJAREJO	20	62	139.691	139.753	C V T	3 X 150	866	1000	311	560	35,9	67,0	
30	P. ASRIKATON	20	62	52.742	52.804	C V T	3 X 150	300	300	26	40	8,7	13,3	
31	P. A.R. SALEH	20	45	16.285	16.330	C V T	3 X 150	300	300	44	70	14,7	23,3	
32	P. SEKARPURO	20	112	5.816	5.928	C V T	3 X 150	300	300	100	130	33,3	43,3	
33	P. TUMPANG	20								60	180			
	SUB JUMLAH V		281	214.534	214.815									
VI.	GI. SENGKALING													
	Trafo III / 30 MVA UNINDO	150 / 20 KV												
34	P. JUNREJO	20	618	20.060	20.679	X L P E	3 X 300	866	1000	234	408	27,0	47,1	
35	P. PUJON	20	379	64.218	64.597	X L P E	3 X 300	393	300	33	70	8,4	17,8	
36	P. WASTRANDAH	20	446	8.362	8.808	X L P E	3 X 300	393	300	58	142	14,8	36,1	
37	P. KARANG PLOSO	20	626	35.055	35.681	X L P E	3 X 300	393	300	38	60	9,7	15,3	
	Trafo IV / 30 MVA TELK	150 / 20 KV												
38	P. BATU	20	430	28.443	28.873	X L P E	3 X 300	866	1000	250	460	28,9	53,1	
39	P. DINOYO	20	842	30.021	30.863	X L P E	3 X 300	393	320	65	107	16,5	27,2	
40	P. SELECTA	20	912	76.041	76.953	X L P E	3 X 300	393	320	119	176	30,3	44,8	
41	P. TEGALGONDO	20								61	152	15,5	38,7	
	SUB JUMLAH VI		4.254	262.200	266.454					15	38			

DATA BEBAN GARDU INDUK

BULAN : JULI 2007

GARDU INDUK MERK TRAFU PENYULANG	I Nom (Amp)	I Set (Amp)	BEBAN	
			SIANG	MALAM
GI. KEBON AGUNG				
Trafo IV / 60 MVA UNINDO	1732	2000	644	951
P. KLAYATAN	436	320	141	184
P. GADANG	436	320	120	140
P. PAKISAJI	304	320	92	171
P. WAGIR	436	320	10	11
P. JANTI	436	320	133	139
P. BUMAYU	436	400	84	151
P. KOL SUGIONO	436	320	96	182
Trafo V / 30 MVA TELK	866	1000	173	369
P. MATOS	436	320	24	66
P. KARANG DUREN	436	320	76	133
P. SITIREJO	385	320	90	172
SUB JUMLAH I				
GI. BLIMBING				
Trafo I / 20 MVA UNINDO	577	650	223	300
P. MOJOLANGU	304	300	78	117
P. SINGOSARI	304	300	117	160
P. PANDANWANGI	304	300	24	24
P. TELKOM	400	320	61	79
Trafo II / 30 MVA PASTI	866	1000	328	443
P. MAWAR	304	300	189	251
P. ASAHAN	304	300	120	100
P. WENDIT	304	300	67	108
P. GLINTUNG	304	300	58	65
Trafo III / 10 MVA TAKAOKA	289	320	195	163
P. BENTOEL	400	300	92	68
SUB JUMLAH II				
GI. POLEHAN				
Trafo I / 30 MVA UNINDO	866	1000	524	650
P. PATIMURA	385	360	109	121
P. SAWOJAJAR	385	260	73	114
P. AGUS SALIM	385	260	77	110
P. JODIPAN	385	260	160	210
P. LOWOKWARU			79	90
Trafo II / 20 MVA TAKAOKA	577	650	296	379
P. BUNUL	304	300	175	203
P. KD. KANDANG	304	300	44	70
P. ZAENAL ZAKSE	304	240	103	125
SUB JUMLAH III				
GI. GAMPINGAN				
Trafo I / 20 MVA UNINDO				
P. AYUWANGI			0	0
SUB JUMLAH IV				
GI. PAKIS				
Trafo I / 30 MVA TELK	866	1000	311	565
P. BANJAREJO	300	300	27	43
P. ASRIKATON	300	320	81	166
P. A.R. SALEH	300	300	24	41
P. SEKARPURO	300	300	86	126
P. TUMPANG	300	300	64	186
SUB JUMLAH V				
GI. SENGKALING				
Trafo III / 30 MVA UNINDO	866	1000	253	421
P. JUNREJO	393	300	38	69
P. PLUON	393	300	64	150
P. WASTRA INDAH	393	300	36	60

NO	GARDU INDUK MERK TRAFU PENYULANG	I Nom (Amp)	I Set (Amp)	BEBAN	
				SIANG	MALAM
37	P. KARANG PLOSO	393	300	111	146
	Trafo IV / 30 MVA TELK	866	1000	407	623
38	P. BATU	393	320	68	113
39	P. DINOYO	393	320	128	180
40	P. SELECTA	393	300	66	155
41	P. TEGALGONDO	393	300	140	198
	SUB JUMLAH VI				
VI.	GI. LAWANG				
	Trafo I / 30 MVA HYUNDAI	866	1000	457	560
42	P. BEDALI	304	300	119	106
43	P. SUMBER WUNI	304	300	38	46
44	P. NONGKOJAJAR	304	300	36	60
45	P. POLAMAN	385	300	73	174
46	P. KOSTRAD			110	167
	Trafo II / 30 MVA ASEA	866	1000	241	290
47	P. PATAL	304	300	36	37
48	P. NEW MINATEX	304	300	18	15
49	P. SIDOBANGUN	385	300	24	23
50	P. MOLINDO	304	360	56	93
	SUB JUMLAH VII				
VIII.	GI. KARANG KATES				
	Trafo I / 20 MVA TAKAOKA	577	750	125	347
51	P. KALIPARE	304	300	54	135
52	P. OLAK ALEN	304	300	24	67
53	P. SMER PUCUNG	304	300	62	163
	SUB JUMLAH VIII				
IX.	GI. TUREN				
	Trafo I / 30 MVA ALSTOM	866	1000	254	627
54	P. DAMPT	304	320	77	110
55	P. BAKALAN	304	320	53	60
56	P. SMER MANJING	304	300	63	203
57	P. BANTUR	435	300	16	47
58	P. PINDAD II	225	320	28	16
59	P. PABMURIG (Ironesi)	304	300	0	0
60	P. TIRTOYUDO	304	300	48	206
	Trafo II / 20 MVA XIAM	577	650	100	257
61	P. BOKOR	436	320	30	100
62	P. GONDANG LEGI	304	320	80	220
63	P. PINDAD I	304	100	0	0
	SUB JUMLAH IX				
X.	GI. SENGGURUH				
	Trafo I / 30 MVA TELK	866	1000	110	280
64	P. KEPANJEN	300	320	40	70
65	P. PAGAK	300	320	28	100
66	P. PROYEK	300	320	2	2
67	P. GUNUNG KAWI	300	320	0	0
68	P. REJOYOSO	300	320	28	100
	SUB JUMLAH X				
XI.	GI. SELOREJO				
	Trafo I / 6 MVA PAUMWELS	173	1000	60	104
69	P. NGANTANG	304	200	31	70
70	P. SIDODADI	304	200	28	35
	SUB JUMLAH XI				

DATA BEBAN GARDU INDUK

BULAN : SEPTEMBER 2007

GARDU INDUK MERK TRAFO PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		PANJANG JTM (kms)	I Nom (Amp)	I Set (Amp)	BEBAN		PROSENTASE I NOM	
		SKTM	SUTM				SIANG	MALAM	SIANG	MALAM
GI. KEBON AGUNG					1732	2000	641	1023	37,0	59,1
Trafo IV / 60 MVA UNINDO	150 / 20 KV									
P. KLAYATAN	20	373	12.456	12.829	436	320	148	190	33,5	43,6
P. GADANG	20	261	8.944	9.205	436	320	116	146	26,6	33,5
P. PAKISAJI	20	322	105.328	105.650	304	320	46	80	15,1	26,3
P. WAGIR	20	144	1.281	1.425	436	320	10	15	2,3	3,4
P. JANTI	20	555	14.460	15.015	436	320	134	148	30,7	33,9
P. BUMIAYU	20	650	28.145	28.795	436	400	74	162	17,0	37,2
P. KOL. SUGIONO	20	651	86.351	87.002	436	320	125	264	28,7	60,6
Trafo V / 30 MVA TELK	150 / 20 KV				866	1.000	177	368	20,4	42,5
P. MATOS	20	584	7.000	7.584	436	320	28	64	6,4	14,7
P. KARANG DUREN	20	308	60.695	61.003	436	320	72	135	16,5	31,0
P. SITIREJO	20	1.061	58.002	59.063	385	320	87	168	22,6	43,6
SUB JUMLAH I		4.909	382.662	387.571						
GI. BLIMBING					577	650	225	377	39,0	65,3
Trafo I / 20 MVA UNINDO	70 / 20 KV									
P. MOJOLANGU	20	168	22.407	22.575	304	300	74	120	24,3	39,5
P. SINGOSARI	20	912	78.960	79.872	304	300	145	254	47,7	83,6
P. PANDANWANGI	20	251	11.304	11.565	304	300	21	20	6,9	6,6
P. TELKOM	20	410	260	670	400	320	4	4	1,0	1,0
Trafo II / 30 MVA PASTI	70 / 20 KV				866	1.000	514	697	59,4	80,5
P. MAWAR	20	838	36.870	37.708	304	300	190	259	62,5	85,2
P. ASAHAN	20	953	28.819	29.772	304	300	180	165	59,2	54,3
P. WENDIT	20	472	18.473	18.945	304	300	65	120	21,4	39,5
P. GLINTUNG	20	338	25.735	26.073	304	300	113	147	37,2	48,4
Trafo III / 10 MVA TAKAOKA	70 / 20 KV				289	320	87	60	30,1	20,8
P. BENTOEL	20	241	7.396	7.637	400	300	74	59	18,5	14,8
SUB JUMLAH II		4.583	230.224	234.807						
GI. POLEHAM					866	1000	338	494	39,0	57,0
Trafo I / 30 MVA UNINDO	70 / 20 KV									
P. PATIMURA	20	357	11.717	12.074	385	360	110	112	28,6	29,1
P. SAWOJAJAR	20	120	5.822	5.942	385	260	70	117	18,2	30,4
P. AGUS SALIM	20	496	5.356	5.852	385	260	76	115	19,7	29,9
P. JODIPAN	20	1.853	22.409	24.262	385	260	113	156	29,4	40,5
P. LOWOKWARU	20						0	0		
Trafo II / 20 MVA TAKAOKA	70 / 20 KV				577	650	268	407	46,4	70,5
P. BUNUL	20	115	21.709	21.824	304	300	147	208	48,4	68,4
P. KD. KANDANG	20	80	16.451	16.531	304	300	39	70	12,8	23,0
P. ZAENAL ZAKSE	20	401	10.295	10.696	304	240	94	133	30,9	43,8
SUB JUMLAH III		3.422	93.758	97.180						
GI. GAMPINGAN										
Trafo I / 20 MVA UNINDO	70 / 20 KV									
P. AYUWANGI	20	0	0	0			0	0	0,0	0,0
SUB JUMLAH IV		0	0	0						
GI. PAKIS					866	1000	285	581	32,9	67,1
Trafo I / 30 MVA TELK	150 / 20 KV									
P. BANJAREJO	20	62	139.691	139.753	300	300	26	46	8,7	15,3
P. ASRIKATON	20	62	52.742	52.804	300	320	81	175	27,0	58,3
P. A.R. SALEH	20	45	16.285	16.330	300	300	24	45	8,0	15,0
P. SEKARPURO	20	112	5.816	5.928	300	300	123	120	41,0	40,0
P. TUMPANG	20				300	300	67	193	22,3	64,3
SUB JUMLAH V		281	214.534	214.815						
GI. SENGKALING					866	1000	228	426	26,3	49,2
Trafo III / 30 MVA UNINDO	150 / 20 KV									
P. JUNREJO	20	619	20.060	20.679	383	300	37	67	9,4	17,0
P. PUJON	20	379	64.218	64.597	383	300	53	133	13,5	33,8

DATA BEBAN GARDU INDUK

BULAN : MARET 2007

NO	GARDU INDUK MERK TRAFU PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		PANJANG JTM (kms)	KABEL INCOMING TRF & OUTGOING		I Nom (Amp)	I Set (Amp)	BEBAN			PROSENTASE INOM			KETERANGAN
			SKTM	BUTM		JENIS	(mm2)			SIANG	MALAM	SIANG	MALAM	SIANG	MALAM	
22	P. AGUS SALIM	20	496	5.356	5.852	X L P E	3 X 240	385	260	79	101	20,5	26,2			
23	P. JODIPAN	20	1.853	22.409	24.262	X L P E	3 X 240	385	260	149	215	38,7	55,8			
24	P. LOWOKWARU	20								0	0					
	Trafo II / 20 MVA TAKAOKA	70 / 20 KV								650	352	45,8	61,0			
25	P. BUNUL	20	115	21.709	21.824	C V T	3 X 150	304	300	128	168	42,1	55,3			
26	P. KD. KANDANG	20	80	16.451	16.531	C V T	3 X 150	304	300	43	65	14,1	21,4			
27	P. ZAENAL ZAKSE	20	401	10.295	10.698	C V T	3 X 150	304	240	96	116	31,5	38,2			
	SUB JUMLAH III		3.422	93.758	97.180											
IV.	GI. GAMPINGAN															
	Trafo I / 20MVA UNINDO	70 / 20 KV														
28	P. AYUWANGI	20	0	0	0					0	0	0,0	0,0			TEGANGAN 70 KV
	SUB JUMLAH IV		0	0	0											
V.	GI. PAKIS															
	Trafo I / 30 MVA TELK	150 / 20 KV														
29	P. BANJAREJO	20	62	139.691	139.753	C V T	3 X 150	300	300	22	42	7,3	14,0			
30	P. ASRIKATON	20	62	52.742	52.804	C V T	3 X 150	300	320	73	152	24,3	50,7			
31	P. A.R. SALEH	20	45	16.285	16.330	C V T	3 X 150	300	300	44	79	14,7	26,3			
32	P. SEKARPURO	20	112	5.816	5.928	C V T	3 X 150	300	300	89	125	29,7	41,7			
33	P. TUMPANG	20								300	176	18,3	58,7			
	SUB JUMLAH V		281	214.534	214.815											
VI.	GI. SENGKALING															
	Trafo III / 30 MVA UNINDO	150 / 20 KV														
34	P. JUNREJO	20	619	20.060	20.679	X L P E	3 X 300	866	1000	238	423	27,5	48,8			
35	P. PUJON	20	379	64.218	64.597	X L P E	3 X 300	393	300	45	80	11,5	20,4			
36	P. WAJASTRA INDAH	20	446	8.362	8.808	X L P E	3 X 300	393	300	60	137	15,3	34,9			
37	P. KARANG PLOSO	20	626	35.055	35.681	X L P E	3 X 300	393	300	100	132	25,4	33,6			
	Trafo IV / 30 MVA TELK	150 / 20 KV														
38	P. BATU	20	430	28.443	28.873	X L P E	3 X 300	866	1.000	350	617	40,4	59,7			
39	P. DINOYO	20	842	30.021	30.863	X L P E	3 X 300	393	320	71	97	18,1	24,7			
40	P. SELECTA	20	912	76.041	76.953	X L P E	3 X 300	393	320	120	171	30,5	43,5			
41	P. TEGALGONDO	20								300	66	14,2	16,8			
	SUB JUMLAH VI		4.254	262.200	266.454					300	97	12,3	24,7			



DATA BEBAN GARDU INDUK

BULAN : JUNI 2007

NO	GARDU INDUK MERK TRAFU PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		PANJANG JTM (kms)	KABEL INCOMING TRF & OUTGOING		I Nom (Amp)	I Set (Amp)	BEBAN			PROSENTASE I NOM		KETERANGAN
			SKTM	SUTM		JENIS	(mm ²)			SIANG	MALAM	SIANG	MALAM		
22	P. AGUS SALIM	20	496	5.356	5.852	X L P E	3 X 240	385	280	77	110	20,0	28,6		
23	P. JODIPAN	20	1.853	22.409	24.262	X L P E	3 X 240	385	260	160	210	41,6	54,5		
24	P. LOWOKWARU	20								79	90				
	Trafo II / 20 MVA TAKAOKA	70 / 20 KV								296	379	51,3	65,7		
25	P. BUNUL	20	115	21.709	21.824	C V T	3 X 150	304	300	175	203	57,6	66,8		
26	P. K.D. KANDANG	20	80	16.451	16.531	C V T	3 X 150	304	300	44	70	14,5	23,0		
27	P. ZAENAL ZAKSE	20	401	10.295	10.888	C V T	3 X 150	304	240	103	125	33,9	41,1		
	SUB JUMLAH III		3.422	93.756	97.180										
IV.	GI. GAMPINGAN														
	Trafo I / 20MVA UNINDO	70 / 20 KV													
28	P. AYUWANGI	20	0	0	0					0	0	0,0	0,0		TEGANGAN 70 KV
	SUB JUMLAH IV		0	0	0										
V.	GI. PAKIS														
	Trafo I / 30 MVA TELK	150 / 20 KV													
29	P. BANJAREJO	20	62	139.691	139.753	C V T	3 X 150	300	300	27	43	9,0	14,3		
30	P. ASRIKATON	20	62	52.742	52.804	C V T	3 X 150	300	320	81	166	27,0	55,3		
31	P. A.R. SALEH	20	45	16.285	16.330	C V T	3 X 150	300	300	24	41	8,0	13,7		
32	P. SEKARPURO	20	112	5.816	5.928	C V T	3 X 150	300	300	86	126	28,7	42,0		
33	P. TUMPANG	20								64	186	21,3	62,0		
	SUB JUMLAH V		281	214.534	214.815										
VI.	GI. SENGKALING														
	Trafo III / 30 MVA UNINDO	150 / 20 KV													
34	P. JUNREJO	20	619	20.060	20.679	X L P E	3 X 300	393	1000	253	421	29,2	48,6		
35	P. PLUON	20	379	84.218	84.597	X L P E	3 X 300	393	300	38	69	9,7	17,6		
36	P. WAISTRA INDAH	20	446	8.362	8.808	X L P E	3 X 300	393	300	64	150	16,3	38,2		
37	P. KARANG PLOSO	20	628	35.055	35.681	X L P E	3 X 300	393	300	36	60	9,2	15,3		
	Trafo IV / 30 MVA TELK	150 / 20 KV													
38	P. BATU	20	430	28.443	28.673	X L P E	3 X 300	393	1.000	407	623	47,0	71,9		
39	P. DINOYO	20	842	30.071	30.863	X L P E	3 X 300	393	320	68	113	17,3	28,2		
40	P. SELECTA	20	912	76.041	76.963	X L P E	3 X 300	393	320	128	180	32,5	45,8		
41	P. TEGALGONDO	20								66	155	16,8	39,4		
	SUB JUMLAH VI		4.254	262.200	266.454					140	199	35,6	50,6		



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA PELAYANAN & JARINGAN MALANG



DATA BEBAN GARDU INDUK

BULAN : AGUSTUS 2007

NO	GARDU INDUK MERK TRAFU PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		PANJANG JTM (kms)	KABEL INCOMING TRF & OUTGOING		I Nom (Amp)	I Set (Amp)	BEBAN		PROSENTASE I NOM		KETERANGAN
			SKTM	SUTM		JENIS	(mm ²)			SIANG	MALAM	SIANG	MALAM	
20	P. PATIMURA	20	357	11.717	12,074	X L P E	3 X 240	385	360	140	187	36,4	48,6	
21	P. SAWOJAJAR	20	120	5,822	6,942	X L P E	3 X 240	385	280	73	116	19,0	30,1	
22	P. AGUS SALIM	20	498	5,358	5,852	X L P E	3 X 240	385	280	77	110	20,0	28,6	
23	P. JODIPAN	20	1.853	22,408	24,262	X L P E	3 X 240	385	280	112	158	29,1	40,5	
24	P. LOWOKWARU	20								0	0			
	Trafo II / 20 MVA TAKAOKA	70 / 20 KV												
25	P. BUNUL	20	115	21,709	21,824	C V T	3 X 400	577	650	298	379	51,3	65,7	
26	P. KD. KANDANG	20	80	18,451	16,531	C V T	3 X 150	304	300	180	190	52,8	62,5	
27	P. ZAENAL ZAKSE	20	401	10,295	10,696	C V T	3 X 150	304	300	42	70	13,8	23,0	
	SUB JUMLAH III		3,422	93,758	97,180									
IV.	GI. GAMPINGAN													
	Trafo I / 20MVA UNINDO	70 / 20 KV												
28	P. AYUWANGI	20	0	0	0					0	0	0,0	0,0	TEGANGAN 70 KV
	SUB JUMLAH IV		0	0	0									
V.	GI. PAKIS													
	Trafo I / 30 MVA TELK	150 / 20 KV												
29	P. BANJAREJO	20	82	138,691	139,753	C V T	3 X 150	300	300	27	43	9,0	14,3	
30	P. ASRIKATON	20	62	52,742	52,804	C V T	3 X 150	300	320	81	188	27,0	58,0	
31	P. A.R. SALEH	20	45	18,285	16,330	C V T	3 X 150	300	300	24	42	8,0	14,0	
32	P. SEKARPURO	20	112	5,818	5,928	C V T	3 X 150	300	300	144	212	48,0	70,7	
33	P. TUMPANG	20								84	186	21,3	62,0	
	SUB JUMLAH V		281	214,534	214,815									
VI.	GI. SENGKALING													
	Trafo III / 30 MVA UNINDO	150 / 20 KV												
34	P. JUNREJO	20	819	20,060	20,679	X L P E	3 X 800	868	1000	253	421	29,2	48,6	
35	P. PUJON	20	379	84,218	84,597	X L P E	3 X 300	393	300	36	66	9,7	16,8	
36	P. WASTRA INDAH	20	448	8,362	8,808	X L P E	3 X 300	393	300	48	79	12,2	20,1	
37	P. KARANG PLOSO	20	628	35,055	35,881	X L P E	3 X 300	393	300	110	155	28,0	39,4	
	Trafo IV / 30 MVA TELK	150 / 20 KV												
38	P. BATU	20	430	28,443	28,873	X L P E	3 X 800	868	1.000	407	623	47,0	71,9	
										68	112	17,3	28,5	

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

GARDU	:	01
PENYULANG	:	BANJAREJO
LOKASI	:	JL. RAYA TUMPANG
MERK TRAFIK	:	ALLIS
NOMOR SERI	:	10041
DAYA (kVA)	:	100
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

No. GARDU	:	05
PENYULANG	:	ASRIKATON
LOKASI	:	D. SUNDOLLO
MERK TRAFIK	:	STARLITE
NOMOR SERI	:	20104 - 04
DAYA (kVA)	:	100
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

GARDU	:	06
PENYULANG	:	ASRIKATON
LOKASI	:	D. SUNDOLLO
MERK TRAFIK	:	UNINDO
NOMOR SERI	:	30474
DAYA (kVA)	:	100
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

No. GARDU	:	07
PENYULANG	:	ASRIKATON
LOKASI	:	D. KEMANTHREN
MERK TRAFIK	:	RAMRANG DJAYA
NOMOR SERI	:	20031829
DAYA (kVA)	:	200
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

GARDU	:	08
PENYULANG	:	ASRIKATON
LOKASI	:	D. KEMANTHREN
MERK TRAFIK	:	STARLITE
NOMOR SERI	:	22004 - 83
DAYA (kVA)	:	150
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

No. GARDU	:	11
PENYULANG	:	ASRIKATON
LOKASI	:	D. BUNUT WETAN
MERK TRAFIK	:	STARLITE
NOMOR SERI	:	22704-285
DAYA (kVA)	:	200
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

GARDU	:	23
PENYULANG	:	ASRIKATON
LOKASI	:	D. BOTO PUTEH
MERK TRAFIK	:	UNINDO
NOMOR SERI	:	20010 - 1992
DAYA (kVA)	:	50
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

No. GARDU	:	26
PENYULANG	:	BANJAREJO
LOKASI	:	D. WRENGINSONGO
MERK TRAFIK	:	TRAFINDO
NOMOR SERI	:	22013
DAYA (kVA)	:	100
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

GARDU	:	44
PENYULANG	:	ASRIKATON
LOKASI	:	ASRAMA LINUD
MERK TRAFIK	:	UNINDO
NOMOR SERI	:	3379
DAYA (kVA)	:	315
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

UPJ TUMPANG DATA TRAFIK DIST 20 KV

No. GARDU	:	06
PENYULANG	:	BANJAREJO
LOKASI	:	D. PUCANGSONGO
MERK TRAFIK	:	STARLITE
NOMOR SERI	:	20104 - 15
DAYA (kVA)	:	100
TGL PENGAMBILAN	:	06. 11. 2006
PETUGAS	:	SUPRIADI

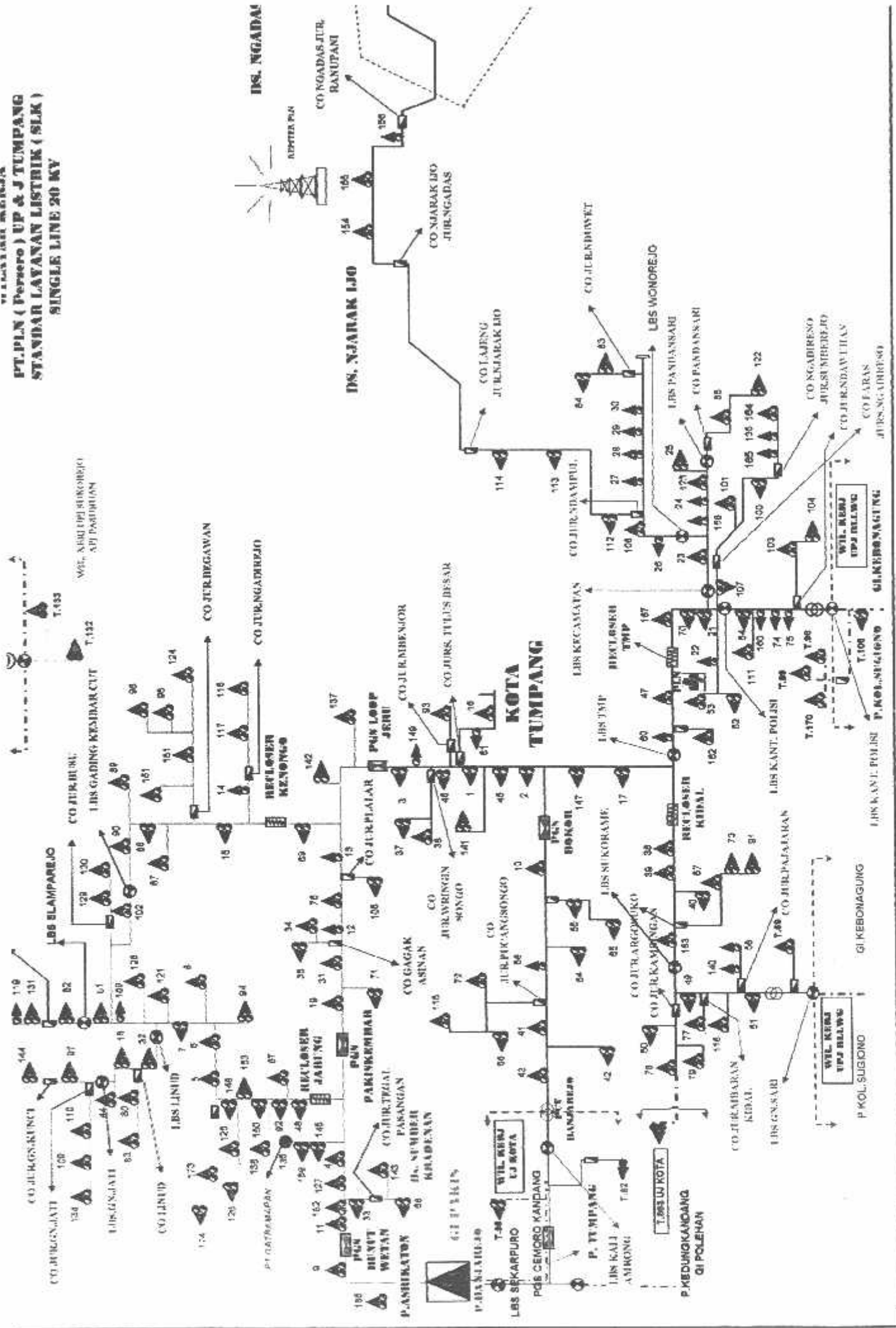
DAFTAR PENGUKURAN BEBAN TRAF0 DISTRIBUSI UPJ TUMPANG SEMESTER I (SATU)

No Grd	Alamat Gardu	KVA Trafo	Tipe trafo	Arus Jurusan A			Arus Jurusan B			Arus Jurusan C			Arus Jurusan D			Beban Total					Tegangan Phase - O					Beban Trafo		Tanggal ukur	RETRANCAN
				R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	KVA	%			
																											N		
1	Jl.Raya Tumpang	100	0	47	89	55	35			18	37	24	21			65	126	70	56	322	233	200	62,64	62,64	18-Feb-07				
2	Jl.Raya Tumpang	160	0	63	46	43	33		107	113	76	51			170	139	119	94	223	220	225	59,90	62,44	1-Mar-07	UPRATING				
3	Jl.Raya Jere Tumpang	160	0	148	140	204	78		68	93	80	88			206	282	284	118	209	210	180,90	94,81	29-Jun-07						
4	Jl.Raya Pakislembar	200	0					162	101	175	58				43	68	70	38	322	283	221	139,64	69,82	18-Feb-07	18-Feb-07				
5	Ds. Sukolilo Jabung	100	0					17	33	19	13				81	97	71		225	226	222	67,05	67,05	6-Feb-07					
6	Ds. Sukolilo Jabung	100	0					64	70	45	20				30	33	28	10	232	224	224	56,98	56,98	26-Apr-07					
7	Ds. Kemantren Jabung	200	0	83	128	75	80		103	148	94	7			186	276	169	87	222	224	226	140,06	70,03	26-Feb-07	RETRANCAN				
8	Ds. Kemantren Jabung	160	0					118	126	144	23				27	24	19	15	220	223	225	100,76	62,28	18-Feb-07					
9	Ds. Bant Wetan Pakis	200	0					174	148	118	48				106	77	114	28	229	228	229	148,98	82,78	18-Feb-07					
10	Ds. Bokar Tumpang	200	0					81	66	126	4				38	118	73	3	216	214	213	106,36	54,13	6-Feb-07					
11	Ds. Bunt Wetan Pakis	200	0					16	7	10	16				142	121	126	30	228	227	223	94,93	47,48	6-Feb-07					
12	Ds. Sumberpasil Pakis	100	0					22	42	24	27				87	60	45	48	221	224	225	85,47	85,47	20-Mar-07					
13	Ds. Sukanyar Pakis	100	0					69	55	85	32				90	77	48	49	179	133	133	94,46	89,66	6-Feb-07	DALAM PROSES				
14	Ds. Proset Kemongo Jabung	100	0					97	30	90	6				22	10	35	14	119	40	126	20	214	214	1-Apr-07				
15	Ds. Suburoyo Jabung	160	0	27	31	15	21		276	49	49	20			303	80	64	50	220	220	220	98,34	61,46	5-Feb-07					
16	Ds. Tuhbentar Tumpang	160	0	85	10	73	81		80	119	109	41			135	129	182	72	202	207	240	170,92	64,05	18-Feb-07					
17	Ds. Kobusari Tumpang	160	0	93	104	50	36		64	70	35	34			199	174	128	70	224	224	222	102,13	63,83	1-Mar-07	UPRATING				
18	Lamad - 302 Jabung	160	0												78	81	56	31	206	206	206	90,74	91,71	23-Feb-07					
19	Ds. Pakislembar	100	0						50	22	24	21			35	38	71	29	85	90	220	83,32	83,32	23-Feb-07	RETRANCAN				
20	Ds. Kemantren Jabung	100	0												0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		RETRANCAN				
21	Ds. Bahang Pac.kusumo	160	0	114	74	172	46		81	48	24	18			166	119	186	88	219	211	211	108,12	108,12	10-Apr-07					
22	Ds. Wonorejo Tumpang	160	0					118	139	106	83				44	20	62	32	162	159	170	85	229	240	243	112,44	86,22	23-Feb-07	
23	Ds. Wonorejo Pac.kem	250	0					89	149	111	42				62	17	71	35	151	160	182	78	214	215	218	106,79	42,71	20-Feb-07	
24	Ds. Trigu Pacokusumo	180	0					12	3	18	31				82	84	76	31	84	87	91	62	212	210	212	57,66	38,44	18-Feb-07	
25	Ds. Pacokusumo	180	0					81	86	60	33				23	113	73	71	106	190	133	94	212	212	210	92,86	61,90	18-Feb-07	
26	Ds. Sempar Pacokusumo	75	0	39	34	31	12								39	34	31	12	241	241	241	240	25,06	53,42	18-Feb-07				
27	Ds. Kintel Pacokusumo	100	0					42	32	33	20				71	45	104	22	113	77	137	43	244	243	244	79,79	79,79	23-Feb-07	
28	Ds. Besak Wringasasam Pak	80	0					131	122	0	4				131	122	0	4	281	290	229	88,18	112,87	23-Feb-07	RETRANCAN				
29	Ds. Sembakulak Pac.kem	78	0					46	48	68	24				68	28	48	32	108	78	111	86	227	228	230	66,38	88,38	23-Feb-07	
30	Ds. Sembakulak Pac.kem	80	0												168	88	8	70	168	88	0	70	236	240	231	87,81	119,89	23-Feb-07	
31	Ds. Ngrangin Sbr.pasir	160	0					69	43	38	18				92	93	127	21	151	106	160	39	240	244	240	108,46	67,80	23-Feb-07	
32	Brigif - 15 Jabung	160	0					62	71	87	51				82	71	87	51	263	260	235	56,68	54,80	23-Feb-07					
33	Ds. Tegul Puarangan Pakis	160	0	115	106	119	35		61	69	46	21			176	165	167	58	236	237	231	119,89	47,96	18-Feb-07	RETRANCAN				
34	Ds. Oganmanan Sbr.pasir	160	0					110	149	110	12				47	24	12	11	163	173	128	20	244	247	246	116,22	70,76	18-Feb-07	
35	Ds. Soto putih Sumberpasir	50	0	4	6	26	10		76	30	48	12			79	36	68	22	212	221	221	222	38,80	77,39	18-Feb-07				
36	Ds. Wringasongo Tumpang	100	0					20	19	20	20				66	58	32	20	86	77	52	40	238	221	224	47,95	47,95	17-Apr-07	
37	Ds. Wonorejo Wry. 8	130	0					44	41	39	17				82	93	96	38	232	232	232	62,87	41,91	6-Feb-07					
38	Ds. Pulungan Pulungdowo	150	0					162	58	68	40				54	31	36	40	206	89	106	80	219	219	220	87,82	64,59	13-Feb-07	
39	Ds. Pulungan Pulungdowo	160	0					114	181	180	83				70	90	88	48	184	243	188	78	219	220	220	188,18	89,22	18-Feb-07	
40	Ds. Pulungan Pulungdowo	130	0	20	41	26	10		76	100	68	30			98	141	93	36	220	222	222	203	73,04	48,59	13-Apr-07				

DAFTAR PENGUKURAN BEBAN TRAFU DISTRIBUSI UPJ TUMPANG SEMESTER I (SATU)

No Grd	Alamat Gardu	KVA Trafo	Tipe Trafo	Arus Jurusan A			Arus Jurusan B			Arus Jurusan C			Arus Jurusan D			Beban Total			Tegangan Phase - O			Beban Trafo KVA %	Tanggal ukur	KETERANGAN					
				Arus Jurusan A			Arus Jurusan B			Arus Jurusan C			Arus Jurusan D			Beban Total			Tegangan Phase - O										
				R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T				R	S	T		
82	Ds. Blamparejo Jabung	100	O	96	56	68	26																216	218	216	78,41	17-Mar-07		
83	Dn. Duwet Tosari	100	O					46	49	51	27													214	208	50,86	17-Mar-07		
84	Ds. Duwet Tumpang	100	O					91	63	75	28													211	207	64,99	17-Mar-07		
85	Ds. Pundaranti Pro. Jem	100	O	37	35	36	17																	227	223	129,15	17-Mar-07		
86	Dn. Botaring Palsi	100	O					8	11	18	9													229	223	45,68	17-Mar-07		
87	Dn. Baring Jabung	100	O					71	39	106	46													221	224	59,05	5-Feb-07		
88	Dn. Sumberreco Jabung	100	O					77	57	30	33													230	230	37,73	5-Feb-07		
89	Dn. Dempok Jabung	100	O					59	61	07	32													221	219	64,31	5-Feb-07		
90	Ds. Geasak Jabung	80	O					18	13	13	14													225	221	61,31	5-Feb-07		
91	Ds. Ngebruk Pencoksumo	100	O	14	78	56	29																	215	215	140,20	25-Jan-07		
92	Ds. traleng Pakisajar	160	O	89	90	47	19																	224	224	141,10	21-Feb-07		
93	Ds. Benjar Tumpang	100	O					43	44	32	16													241	241	64,56	21-Feb-07		
94	Dn. Bendu Sukolilo Jabung	100	O	10	10	36	34																	233	233	80,10	21-Feb-07		
95	Dn. Bogawan Sidorejo Jabung	50	O					49	30	72	29													221	224	42,37	21-Feb-07		
96	Dn. Bayang Jabung	100	O					76	35	50	20													225	227	73,13	25-Mar-07		
97	Dn. Patongon Mendi Jabung	50	O																					233	235	36,81	25-Mar-07		
98	Ds. Blr. Jembe Pro. Kusumo	100	O	75	46	80	30																	210	208	66,63	25-Mar-07		
99	Ds. Blr. Janibe Pro. Kusumo	100	O					35	50	60	20													246	242	59,84	5-Feb-07		
100	Ds. Ngedreso Pencoksumo	100	O					37	28	41	17													214	214	42,93	26-Apr-07		
101	Dn. Putuk Ngedreso	100	O	72	82	61	23																	212	212	86,31	26-Apr-07		
102	Ds. Argosari Jabung	100	O					60	58	96	50													204	232	83,03	5-Feb-07		
103	Dn. Dawuhan Lesti	50	O					25	10	20	10													211	211	44,10	13-Apr-07		
104	Ds. Dawuhan Pro. Kusumo	50	O	64	18	17	36																	208	214	43,46	13-Apr-07		
105	Dn. Palas Sidorejo Pakis	135	O	81	77	75	20																	235	239	109,98	13-Apr-07		
106	Dn. Gedung Pencoksumo	160	O	106	86	74	37																	233	234	100,88	4-Mar-07		
107	Dn. Puras Karangonglo	100	O	11	27	14	12																	223	223	54,15	4-Mar-07		
108	Dn. Singsar Wringmanom	50	O					14	19	43	25													214	210	27,87	27-Mar-07		
109	Ds. Gumung Jati Jabung	160	O					118	133	137	27													204	208	130,15	27-Mar-07		
110	Dn. Bore Jabung	200	O	94	57	68	83																	242	230	148,50	27-Mar-07		
111	Dn. Baren Karangonglo	50	O					8	4	14	9													225	225	30,60	4-Mar-07		
112	Dn. Petungawu	100	O																					0	0	0,00	0,00		
113	Dn. Gendrik	50	O					26	31	39	26													230	224	22,08	19-Apr-07		
114	Dn. Kedampal	100	O					6	10	39	9													225	225	38,25	13-Apr-07		
115	Dn. Kleiak Palsi	50	O					25	13	16	11													227	227	22,46	13-Apr-07		
116	Dn. Baren Ngrngit Tumpang	50	O					5	5	6	3													224	229	20,83	5-Feb-07		
117	Ds. Ngedreso Jabung	50	O					0	16	11	13													210	219	17,83	5-Feb-07		
118	Ds. Ngedreso Jabung	50	O					66	50	63	25													223	238	39,92	21-Feb-07		
119	Dn. Kriskit Kemiri Jabung	100	O	72	51	83	49																	222	222	57,72	21-Feb-07		
120	Ds. Kemiri Jabung	50	O																					0	0	0,00	0,00		
121	KUD Jabung	50	O																					0	0	0,00	0,00		
122	Dn. Wonosari Pencoksumo	100	O					29	16	24	3													230	226	24	33,12	27-Mar-07	

STANDAR LAYANAN LISTRIK (SLK) SINGLE LINE 20 KV



ISL. NGADAS

ISL. NGARAK IJO

KOTA TUMPANG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

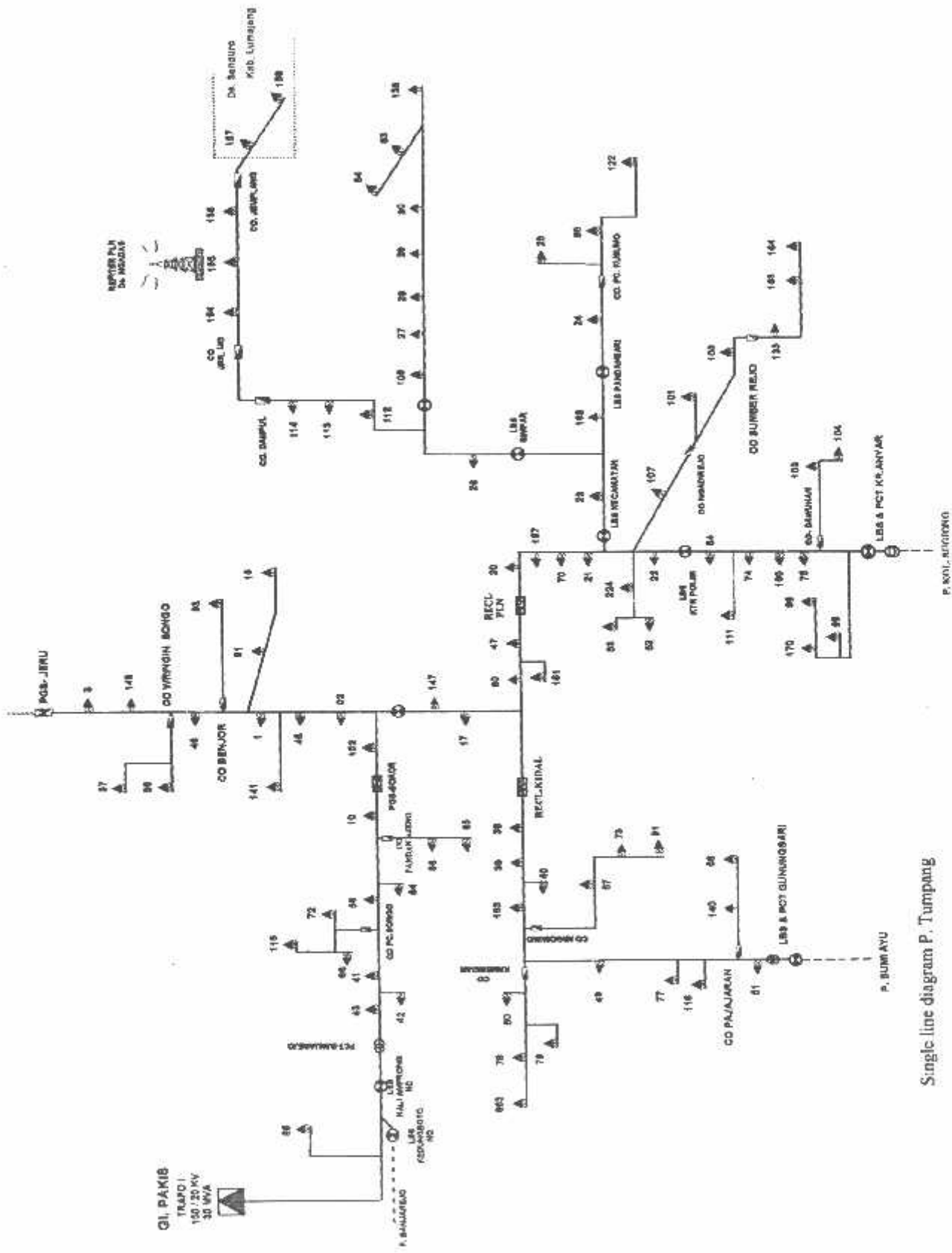
GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG

GI KEBONAGUNG



GI. PAKIS
TRAFKO I
150/20 KV
30 MVA

- DI
- DS
- AVS
- DO
- LES
- REDO
- SUTM 20 KV
- PCT



P. TUMPANG
GI. PAKIS

DRAMAAN	DESKRIPSI	DESKRIPSI
OPORT	DIJAWAB, D	IK. BANGUNREJO

Single line diagram P. Tumpang

