

# SKRIPSI

**PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG  
OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC  
ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20kV DI GI PAKIS  
PENYULANG TUMPANG**



**Disusun oleh :  
DWINANTO HADIPRASTYO  
01.12.063**

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

**MARET 2008**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG  
OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC  
ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20kV DI GI PAKIS  
PENYULANG TUMPANG**

**SKRIPSI**

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan  
Memenuhi Syarat-Syarat Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

*Disusun Oleh:*

**DWINANTO HADIPRASTYO**

**01.12.063**

**Diperiksa dan disetujui**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. TEGUH HERBASUKI, MT**  
NIP.Y. 1038900209

**Ir. EKO NURCAHYO**  
NIP.Y. 1028700172

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Ir. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT**  
NIP.Y. 1039500274

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



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

## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : DWINANTO HADIPRASTYO
2. NIM : 01.12.063
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED*  
YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM  
20kV DI GI PAKIS PENYULANG TUMPANG

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

Hari : Rabu  
Tanggal : 19 Maret 2008  
Dengan Nilai : 77,5 (B+) *ef*



### Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

Ir. Mochtar Asroni, MSME  
NIP. Y. 1018100036

Sekretaris Majelis Penguji

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

### Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. M. Abdul Hamid, MT  
NIP.Y. 1018800188

Penguji Kedua

Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT  
NIP.Y. 1028700171

## ABSTRAKSI

### PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20kV DI GI PAKIS PENYULANG TUMPANG

( Dwinanto Hadiprastvo, Nim 01.12.063, Teknik Elektro/T. Energi Listrik S-1 )  
( Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Herbasuki, MT & Ir. Eko Nurcahyo )

**Kata Kunci** : Sistem distribusi Radial Rugi-Dugi Daya, Profil Tegangan, Kapasitor *Fixed* dan *Switched*, *Genetic Algorithm* (GA)

Distribusi daya dari instalasi-instalasi daya listrik ke para konsumen akhir, dilaksanakan melalui transmisi, sub transmisi dan saluran-saluran distribusi. Penelitian-penelitian telah mengindikasikan bahwa sebanyak 13% dari total daya yang dihasilkan dikonsumsi sebagai kerugian  $I^2R$  pada level distribusi. Kerugian  $I^2R$  dapat dipisahkan untuk komponen aktif dan reaktif dari arus cabang, dimana kerugian yang dihasilkan oleh arus reaktif dapat dikurangi dengan pemasangan kapasitor-kapasitor shunt. Kapasitor-kapasitor digunakan secara luas dalam sistem-sistem distribusi untuk mengurangi energi dan kerugian permintaan puncak, menjaga profil tegangan dalam batas-batas yang diperkenankan. Tujuan dari masalah pemilihan kapasitor *fixed* dan *switched* yang optimal adalah untuk menentukan ukuran, jenis, dan lokasi, pada sistem distribusi radial agar dapat memperoleh penurunan rugi daya dan memperbaiki profil tegangan pada saat mempertahankan batasan-batasan operasional dan kualitas daya dalam batas-batas yang dibutuhkan primer. Hal ini mendorong untuk mengangkat permasalahan dengan menggunakan metode GA (*Genetic Algorithm*) guna mendapatkan hasil yang lebih optimal dari metode-metode yang telah ada dalam penentuan kapasitor pada jaringan distribusi primer.

Pada penyulang Tumpang 20 kV kapasitor yang terpilih kapasitor *fixed* yang dipasang 4 buah kapasitor yaitu pada *node* 45 dengan kapasitas 300 kVAR, *node* 53 dengan kapasitas 300 kVAR, *node* 79 dengan kapasitas 400 kVAR, *node* 81 dengan kapasitas 350 kVAR. Besarnya penurunan rugi daya aktif adalah 42.4205 kW dari sebelum pemasangan kapasitor 201.5692 kW menjadi 159.1487 kW, sedangkan untuk daya reaktif juga terjadi penurunan sebesar 64.8468 kVAR dari sebelum pemasangan kapasitor 308.1321 kVAR menjadi 243.2853 kVAR. Tegangan tiap *node* meningkat sedangkan aliran daya dan arus menurun pada setiap saluran.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, "PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITHED* YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV DI GI. PAKIS PENYULANG TUMPANG".

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa ITN Malang guna mengakhiri pendidikan pada jenjang strata satu jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas segala bimbingan, pengarahan dan bantuan yang diberikan, sehingga tersusunnya skripsi ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Ir. Mochtar Asroni, MSME**, selaku Dekan FTI ITN Malang
  2. **Ir. F Yudi Limpraptono, MT**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
  3. **Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT**, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
  4. **Ir. Teguh Herbasuki, MT**, selaku bapak dan dosen pembimbing I.
  5. **Ir. Eko Nurcahyo**, selaku bapak dan dosen pembimbing II.
-

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi dapat berguna dan bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Energi Listrik.

Malang, Maret 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman:</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II SISTEM DISTRIBUSI DAN APLIKASI KAPASITOR</b>	
2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.1.1. Sistem Distribusi Primer (Jaringan Tegangan Menengah).....	8
2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah).....	9
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	9

2.3. Sistem Jaringan Distribusi <i>Radial</i> .....	9
2.3.1. Sistem Radial Pohon.....	10
2.3.2. Sistem Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah .....	11
2.3.3. Sistem Radial Dengan Pembagian <i>Pase Area</i> .....	12
2.3.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat .....	12
2.4. Daya Reaktif Dan Faktor Daya.....	13
2.5. Kapasitor Daya .....	15
2.5.1. Kapasitor Seri dan Kapasitor <i>Shunt</i> .....	15
2.5.2. Faktor-Faktor Pemilihan Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt ..	15
2.6. <i>Switched</i> Kapasitor.....	16
2.6.1. <i>Fixed</i> Kpasitor.....	17
2.6.2. Dasar menentukan Letak Dan kapasitas Kapasitor.....	18
2.6.3. Prosedur matematis untuk menentukan alokasi optimum Kapasitor.....	20
2.6.4. Pengurangan Rugi-rugi Dengan kapasitor.....	23
2.6.5. Perbaikan Tegangan.....	24
2.7. Perbaikan Faktor Daya Dan Kenaikan Kapasitas Sistem.....	26
2.7.1. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya.....	27
2.7.2. Penentuan Rating .....	29
2.8. Sistem Per-Unit.....	30

**BAB III ANALISA PENENTUAN KAPASITOR PADA JARINGAN  
DISTRIBUSI 20 kV TIPE RADIAL DENGAN METODE  
ALGORITMA GENETIKA**

3.1. Analisa Aliran Daya Jaringan Radial .....	32
--	----



3.1.1	Tujuan.....	32
3.1.2.	Metode <i>Newton Raphson</i> .....	32
3.1.3.	Algoritma Aliran Daya <i>Newton Raphson</i> .....	35
3.1.4.	<i>Flowchart</i> Algoritma Aliran Daya <i>Newton Rahpson</i> .....	36
3.2.	Penyelesaian Metode <i>Genetika Algorithm</i> .....	37
3.2.1.	Algoritma <i>Genetika</i> .....	37
3.2.1.1.	Istilah-istilah <i>Algoritma Genetika</i> .....	39
3.2.1.2.	Proses <i>Algoritma Genetika</i> .....	41
3.2.1.3.	Elitism.....	45
3.2.1.4.	Crossover.....	46
3.2.1.5.	Mutasi.....	47
3.3.	Penerapan <i>Genetika Algoritma (GA)</i> .....	49
3.3.1.	Pengkodekan.....	49
3.3.2.	Fungsi Obyekif.....	50
3.3.3.	Algoritma penyelesaian Masalah.....	51
3.3.4.	Algoritma Program Solusi (GA).....	51

**BAB IV ANALISA MENENTUKAN KAPASITOR YANG OPTIMAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20kV TIPE RADIAL GI PAKIS PENYULANG TUMPANG**

4.1.	Program Komputer Penentuan Letak, Kapasita Kapasitor, Jumlah Pada Jaringan Distribusi Radial Penyulang Tumpang.....	53
4.2.	Data.....	54
4.3.	Data Saluran.....	54
4.4.	Analisa Perhitungan.....	55

4.4.1	Data Pembebanan Penyulang Tumpang.....	58
4.4.2	Data kapasitas dan harga <i>Switched</i> kapasitor .....	61
4.5.	Algoritma program .....	62
4.5.1.	Flowchart Algorithm Penyelesaian masalah.....	62
4.6.	Flwchart program <i>GA</i> .....	63
4.6.1.	Hasil dan analisa data.....	64
4.6.2.	Tampilan program penentuan lokasi.....	64

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1.	Kesimpulan.....	91
5.2.	Saran.....	92

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman :
2.1 Skema Penyaluran Energi Listrik .....	7
2.2 Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan .....	10
2.3 Jaringan Distribusi dengan Tie dan Switched pemisah.....	11
2.4 Jaringan Distribusi Radial Dengan Phasa Area.....	12
2.5 Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat.....	13
2.6 Segi Tiga Daya .....	14
2.7 Segi Tiga Arus .....	14
2.8 Penyulang primer dengan beban yang seragam.....	22
2.9 Pengurangan rugi daya dengan pemasangan satu kapasitor.....	23
2.10 Saluran Primer Dengan Beban Terpusat.....	24
2.11 Diagram vector pada rangkaian dengan <i>pf lagging</i> (a) dan (c) tanpa kapasitor shunt, (b) dan (d) dengan kapasitor <i>shunt</i> .....	25
2.12 Perbaikan Faktor Daya .....	26
2.13 Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi.....	28
3.1 <i>Flowchart</i> Algoritma Aliran Daya <i>Newton Raphson</i> .....	36
3.2 Roulette-Wheel.....	44
3.3 Pembentukan Next Generation dalam <i>Algoritma Genetika</i> .....	45
3.4 Ilustrasi Operator Dengan <i>One Point Crossover</i> .....	46

3.5.	Ilustrasi Operator Dengan Two Point Crossover.....	47
3.6.	Ilustrasi Operator Dengan Uniform Crossover.....	47
3.7.	Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi String Binner.....	48
3.8.	Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi Integer.....	48
4.1..	<i>Flowchart</i> Algoritma Pemecahan Masalah.....	62
4.2..	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Algoritma Genetika</i> .....	63
4.3.	Tampilan Utama Program.....	64
4.4.	Tampilan Inputan Data (General).....	64
4.5.	Tampilan Inputan Data (Data Pembebanan).....	65
4.6.	Tampilan Inputan Data (Data Saluran).....	65
4.7.	Tampilan Data Objectif Function.....	66
4.8.	Tampilan Parameter <i>Genetika Algoritma</i> .....	66
4.9.	Tampilan Untuk Menjalankanb Program.....	67
4.10.	Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Mengetahui Harga Tegangan Dan Sudut Fasa Tiap-tiap Bus Sebelum Kompensasi.....	68
4.11.	Tampilan Hasil Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Kompensasi.....	70
4.12.	Tampilan Untuk Menilih Kapasitor <i>Fixed</i> Atau <i>Switched</i> .....	73
4.13.	Tampilan Dari Jumlah Bus Dan Kapasitor <i>Fixed</i> Setelah Kompensai.....	74
4.14.	Tampilan Hasil Untuk Mengetahui Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Setelah Kompensasi.....	74
4.15.	Tampilan Hasil Aliran Daya Setelah Kompensasi.....	77
4.16.	Tampilan Hasil Rugi Daya Antar Saluran Setelah Kompensasi.....	77
4.17.	Tampilan Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-Rugi kapasitor Switched Setelah Kompensasi.....	82

4.18. Tampilan Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Kapasitor <i>Switched</i> Setelah Kompensasi.....	82
--	----

## DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman :
2-1 Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt.....	16
2-2 Dasar mengotimalkan kapasitas kapasitor.....	23
3.1. Istilah Yang Digunakan Dalam <i>Genetika Algorithm</i> .....	39
4-1. Spesifikasi Saluran penyulang Tumpang.....	54
4-2. Data Impedansi Saluran Penyulang Tumpang.....	56
4-3. Data Hasil Perhitungan Pembebanan Penyulang Tumpang .....	59
4-4. Daftar Kapasitas dan Harga <i>Switched</i> Kapasitor .....	62
4-5. Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Tumpang sebelum Kompensasi.....	68
4-6 Rugi Daya Tiap Saluran Sebelum Kompensasi.....	71
4-7. Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Sebelum Kompensasi ....	73
4.8. Tegangan dan Sudut Fasa Kapasitor <i>Fixed</i> Dan <i>Switched</i> Setelah Kompensasi.....	75
4.9 Rugi Daya Tiap Bus Saluran Penyulang Tumpang Setelah Kompensasi..	78
4.10 Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Kapasitor <i>Fixed</i> dan <i>Switched</i> Setelah Kompensasi.....	83

## DAFTAR GRAFIK

Grafik :	Halaman :
4-1 Tegangan Tiap-tiap Bus Terhadap Assumsi Tegangan Awal, Tegangan Sebelum Dan Setelah Kompensasi .....	83
4-2 Rugi-rugi Saluran Sebelum Dan Sesudah Kompensasi .....	84



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Distribusi daya dari instalasi-instalasi daya listrik ke para konsumen akhir, dilaksanakan melalui transmisi, sub transmisi dan saluran-saluran distribusi. Penelitian-penelitian telah mengindikasikan bahwa sebanyak 13% dari total daya yang dihasilkan dikonsumsi sebagai kerugian  $I^2R$  pada level distribusi. Kerugian  $I^2R$  dapat dipisahkan untuk komponen aktif dan reaktif dari arus cabang, dimana kerugian yang dihasilkan oleh arus reaktif dapat dikurangi dengan pemasangan kapasitor-kapasitor shunt.

Kapasitor-kapasitor digunakan secara luas dalam sistem-sistem distribusi untuk mengurangi energi dan kerugian permintaan puncak, menjaga profil tegangan dalam batas-batas yang diperkenankan.

Tujuan dari masalah pemilihan kapasitor fixed dan switched yang optimal adalah untuk menentukan ukuran, jenis, dan lokasi, pada sistem distribusi radial agar dapat memperoleh penurunan rugi daya dan memperbaiki profil tegangan pada saat mempertahankan batasan-batasan operasional dan kualitas daya dalam batas-batas yang dibutuhkan primer.

Hal ini mendorong untuk mengangkat permasalahan dengan menggunakan metode *GA (Genetic Algorithm)* guna mendapatkan hasil yang lebih optimal dari metode-metode yang telah ada dalam penentuan kapasitor pada jaringan distribusi primer.



## 1.2. Rumusan Masalah

Pemilihan dan penempatan kapasitor yang optimal pada sistem distribusi primer, dapat mengurangi rugi-rugi dan memperbaiki profil tegangan disaluran. Yang menjadi permasalahan adalah bagaimana cara menentukan pemilihan kapasitor pada sistem distribusi radial secara optimal, agar rugi-rugi daya yang dihasilkan menjadi berkurang.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka skripsi ini diberi judul :

**“PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG OPTIMAL  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA  
SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI GI PAKIS PENYULANG TUMPANG”**

### 1.3. Tujuan.

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah :

Menentukan pemilihan tipe kapasitor fixed atau switched yang optimal untuk mengurangi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan pada sistem distribusi penyulang tumpang.

### 1.4. Batasan Masalah

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

1. Jaringan yang akan dianalisa adalah jaringan distribusi primer tipe radial 20 kV.
2. Hanya Kapasitor *Fixed* dan *Switched* yang digunakan dalam perbaikan tegangan dan pengurangan rugi daya.
3. Analisa yang digunakan dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan metode *genetic algorithm*.
4. Kapasitor dianggap belum terpasang pada jaringan distribusi primer.
5. Metode aliran daya yang digunakan yaitu metode *Newton Raphson*.

## 1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

### 1. Kajian literatur

Yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang bertubungan dengan permasalahan.

### 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. Simulasi dan pembahasan masalah

Analisa perhitungan tegangan, sudut fasa tegangan, rugi-rugi daya dan aliran daya tiap saluran menggunakan metode Newton Raphson, untuk memecahkan masalah dengan metode *Genetic Algorithm* (GA) yang disimulasikan dengan program komputer.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka skripsi ini disusun sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisikan Latar belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, Sistematika Penulisan dan Kontribusi.

### **BAB II : SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN APLIKASI KAPASITOR**

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

### **BAB III : MENENTUKAN PEMILIHAN FIXED DAN SWITCHED KAPASITOR YANG OPTIMAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV TIPE RADIAL DENGAN METODE *GENETIC ALGORITHM***

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

#### **BAB IV : ANALISA MENENTUKAN KAPASITOR YANG OPTIMAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20kV TIPE RADIAL GI PAKIS PENYULANG TUMPANG**

Pada bab ini akan dibahas mengenai penentuan kapasitor menggunakan metode *Genetic Algorithm*, perbandingan profil tegangan, rugi-rugi daya dan nilai biaya sebelum dan setelah penempatan kapasitor.

#### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

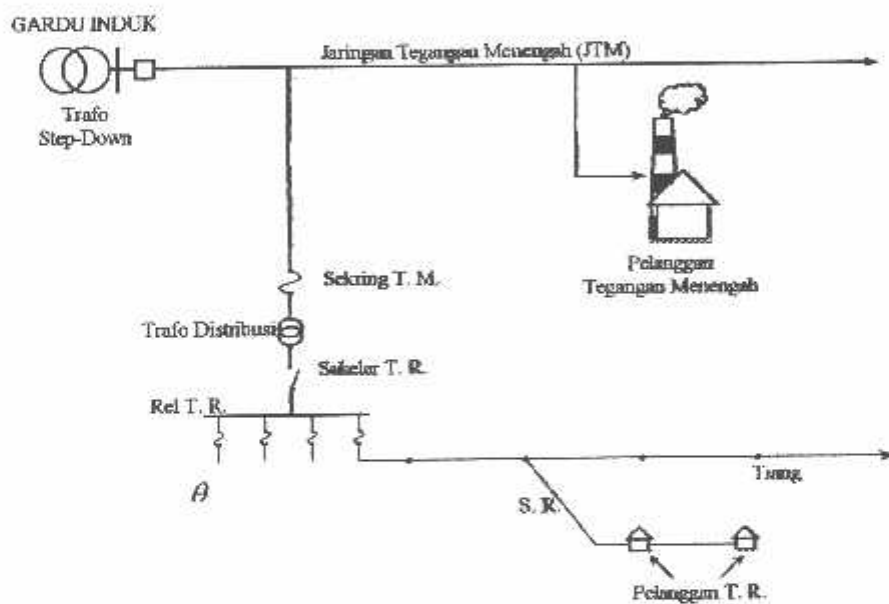
Merupakan bab terakhir yang memuat intisari dari hasil pembahasan, yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

## BAB II

### SISTEM DISTRIBUSI DAN APLIKASI KAPASITOR

#### 2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik<sup>[1]</sup>

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<sup>[1]</sup>

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. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik<sup>[2]</sup>**

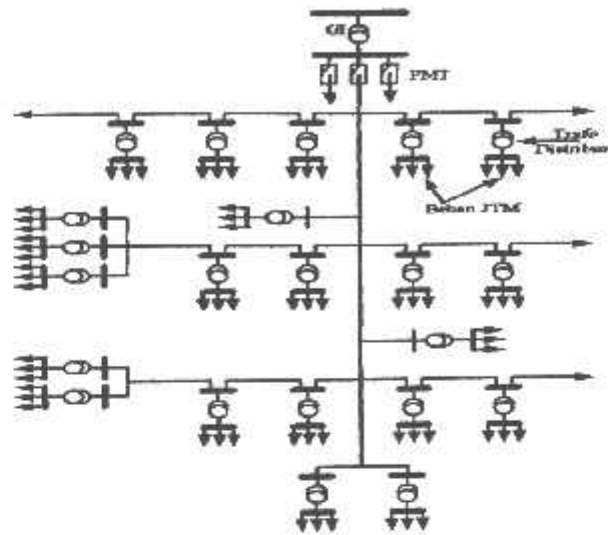
Ada beberapa bentuk jaringan yang umum digunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik, yaitu :

1. Sistem jaringan distribusi radial
2. Sistem jaringan distribusi rangkaian tertutup (*loop*)
3. Sistem jaringan distribusi mesh

### **2.3. 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<sup>[2]</sup>

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.

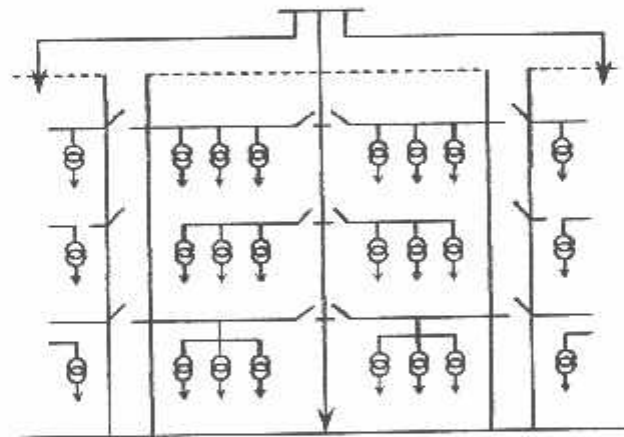
### 2.3.1. Sistem Radial Pohon

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.

### 2.3.2. Sistem Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah<sup>[9]</sup>

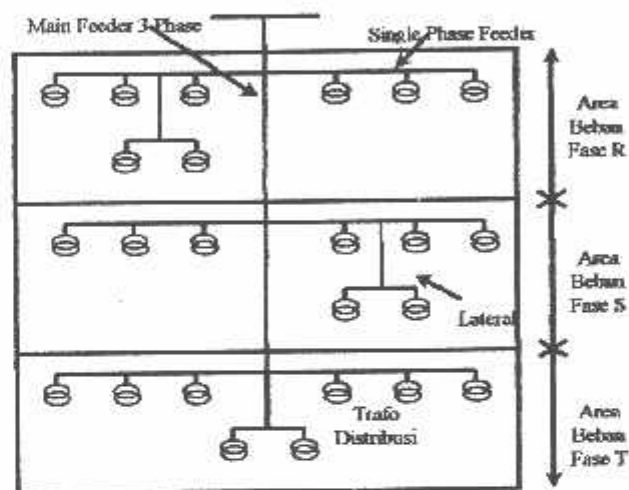
Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon, untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadi gangguan maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang tidak terganggu. Sistem radial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



Gambar 2-3. Sistem Jaringan Distribusi Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah<sup>[9]</sup>

### 2.3.3. Sistem Radial Dengan Pembagian *Phase Area*

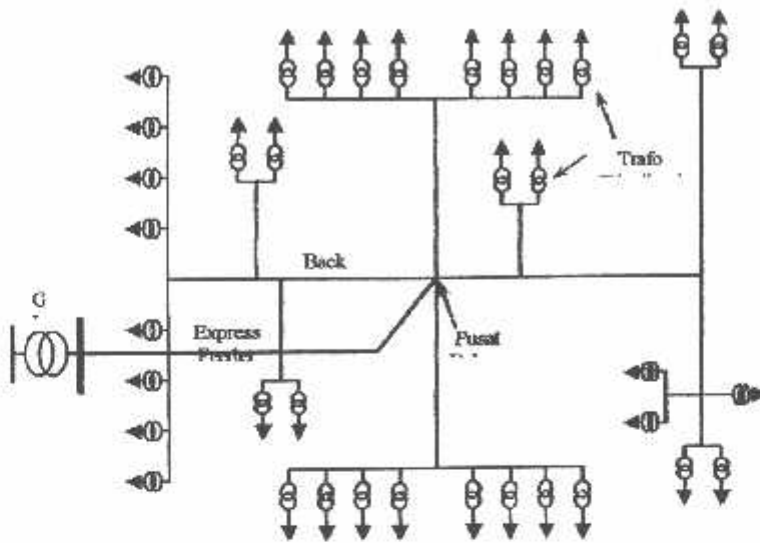
Pada bentuk ini masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini dapat menimbulkan kondisi sistem tiga fasa yang tidak seimbang (simetris), bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagian bebannya. Contoh dari sistem jaringan ini dapat dilihat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



Gambar 2-4. Jaringan Distribusi Radial Dengan Phase Area<sup>[9]</sup>

### 2.3.4. 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.



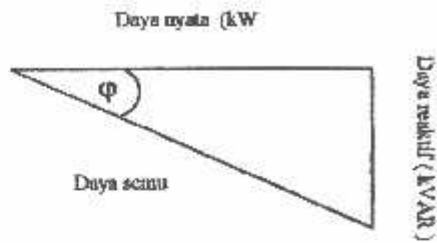
Gambar 2-5. Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat<sup>[9]</sup>

#### 2.4. Daya Reaktif dan Faktor Daya<sup>[3][2]</sup>

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:



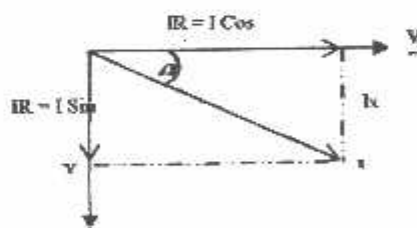
**Gambar 2-6. Segitiga Daya<sup>[2]</sup>**

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

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

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

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 fektor 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<sup>[2]</sup>**

## **2.5. Kapasitor Daya<sup>[2]</sup>**

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.

### **2.5.1 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.<sup>[2]</sup>

### **2.5.2. Faktor-faktor pemilihan kapasitor Seri dan kapasitor shunt<sup>[2]</sup> :**

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

**Tabel 2-1**  
**Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt<sup>[2]</sup>**

1	Memperbaiki faktor daya	Kedua	Pertama
2	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya normal dan rendah	Petama	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

### 2.6. Switched Kapasitor

*Switched* kapasitor yang dihubungkan secara paralel dengan saluran distribusi untuk kompensasi daya reaktif yang dilengkapi alat penghubung dan pemutus secara otomatis. Hal ini bertujuan agar kapasitor tersebut dapat terhubung dengan sistem pada saat-saat tertentu sesuai dengan besarnya kVAR yang dibutuhkan, sehingga pada

saat beban induktif pada titik terendah sistem tidak terjadi kelebihan daya reaktif kapasitif yang dihasilkan oleh kapasitor daya. Dengan memperhatikan besarnya variasi beban dalam system distribusi, maka *switched* kapasitor digunakan untuk memperbaiki profil tegangan disepanjang saluran dan memperbaiki factor daya.<sup>151</sup>

#### 2.6.1.Fixed kapasitor

Fixed kapasitor adalah kapasitor yang dihubungkan seri dengan impedansi saluran yang bersangkutan, pemakaiannya amat dibatasi pada saluran distribusi, dikarenakan pengaman cukup rumit, jadi biaya pemasangan kapasitor seri lebih mahal dari pada biaya pemasangan kapasitor paralel. Kapsitor seri mengkompensir reaktansi induktif, yaitu reaktansi negatif ( kapasitif ) yang dihubungkan seri dengan reaktansi positif ( induktif ) yang memungkinkan dapat mengkompensir sebagian atau seluruhnya. Oleh karena itu efek pertama dari kapasitor seri adalah meminimumkan atau menekan jatuh tegangan yang disebabkan oleh reaktansi induktif dari sirkuit. Pada saat yang sama kapasitor seri tersebut dapat digunakan sebagai penaik tegangan dan memperbaiki factor daya.

Ada dua cara pemasangan kapasitor shunt :

- Kapasitor tetap (Fixed Capacitor)
- Kapasitor saklar (Switched Capacitor)



**a. Kapasitor ( fixed )**

Adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang kapasitasnya tetap dan selalu dipasang di jaringan. Penggunaan kapasitor jenis ini harus memperhatikan kenaikan tegangan yang terjadi pada saat beban ringan agar tidak melebihi batas tegangan yang ditetapkan.

**b. Kapasitor ( switched )**

Adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang dapat dihubungkan dan dilepas dari jaringan dan dapat diatur besar kapasitasnya sesuai dengan kondisi beban.

Proses membuka-menutup dari saklar kapasitor shunt dapat dilakukan dengan cara manual maupun dengan cara otomatis. Pengendalian secara manual (pada lokasi atau kendali jarak jauh) dapat dilakukan pada GI. Untuk pengendali secara otomatis, termasuk didalamnya peralatan pengendali tegangan, arus, waktu dan suhu. Tipe yang paling populer adalah pengendali saklar waktu (*time-switch control*), pengendali tegangan dan pengendali tegangan-arus.

**2.6.2.,Dasar menentukan Letak Dan kapasitas Kapasitor**

Secara umum lokasi terbaik dari kapasitor diperoleh dengan meng-optimalisasi sudut daya dan pengaturan tegangannya. Dari studi profil tegangan penyulang, dapat dipastikan lokasi yang efektif dari kapasitor dan menentukan batas/limit tegangan

yang direkomendasikan. Proses iterasi, umumnya dapat diringkat 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. Tentuka 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 lankah 4-5. Kalikan susut saluran ini dengan panjang dari masing-masing saluran dalam km. Ulangi proses ini untik 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 bearnya kva dari kapasitor yang didapat langkah ke 3 dan

dan buatlah nomografinya 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 memperlihatkan 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.

### **2.6.3. Prosedur matematis untuk menentukan lokasi optimum kapasitor**

Pada gambar dibawah dipertlihatkan sebuah penyulang yang terdiri dari beberapa segmen yang beban-bebanya kombinasi merata dan terpusat. Setiap sekmen mewakili bagian dari penyulang, antara pemisah seksi. Pengatur 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 terpengaruh 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 dayanya 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:

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

Jadi sudut daya menjadi:

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

Pengurangan sudut daya yaitu:

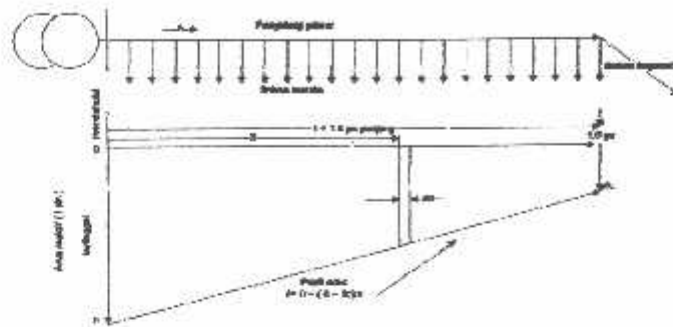
$$\Delta P_{rd} = I^2 R - I_1^2 R$$

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

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

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

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

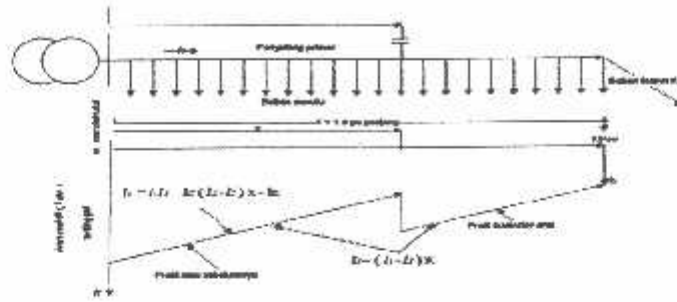


**Gambar 2-8 Penyulang primer dengan beban yang seragam dan terpusat, berikut profil arus-reaktifnya sebelum kompensasi[2]**

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 dasar pencarian kapasitas kapastor

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

Tabel 2-2 Dasar mengotimalkan kapasitas kapasitor<sup>[2]</sup>

#### 2.6.4. Pengurangan Rugi-rugi Dengan Kapasitor

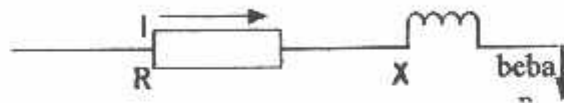
Rugi-rugi saluran per fasa dari saluran 3 fasa seimbang dengan beban terpusat seperti pada gambar 2-6 adalah  $I^2 (R - jX)$  atau dapat dibedakan menjadi :

- 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 :  $I_R$  = komponen arus aktif

$I_X$  = komponen arus reaktif



Gambar 2-10. Saluran Primer Dengan Beban Terpusat<sup>[2]</sup>

Rugi-rugi daya ( $I^2R$ ) dapat dibagi menjadi dua komponen yaitu komponen arus aktif dan komponen arus reaktif. Rugi-rugi karena komponen arus aktif tidak akan mempengaruhi penempatan kapasitor shunt pada saluran. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

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

$$I^2R = (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta)^2R \dots\dots\dots (2.2)$$

Setelah dipasang kapasitor shunt dengan arus  $I_c$ , didapat arus saluran baru  $I_1$ , dan rugi-rugi daya  $I_1R$  sebagai berikut :

$$I^2R = (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta - I_c)^2R \dots\dots\dots (2.3)$$

Sehingga pengurangan rugi daya sebagai akibat pemasangan kapasitor shunt didapat:

$$\begin{aligned} \Delta \text{pls} &= I^2R - I_1^2R \\ &= (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta)^2R - (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta - I_c)^2R \end{aligned}$$

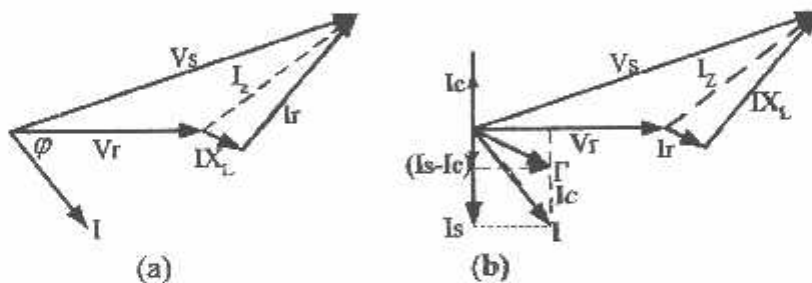
$$= 2 (I \sin \theta) I_c R - I_c^2 R \dots\dots\dots (2.4)$$

maka hanya komponen arus reaktif ( $I \sin \theta$ ) saja yang berpengaruh terhadap pengurangan rugi daya  $I^2 R$  akibat pemasangan kapasitor shunt pada saluran distribusi. Sehingga pengurangan rugi daya saluran 3 fasa adalah :

$$3R[2(I \sin \theta) I_c - I_c^2] \text{ Watt} \dots\dots\dots (2.5)$$

### 2.6.5. Perbaikan Tegangan<sup>[2]</sup>

Pemakaian kapasitor shunt 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 (a) Sebelum dan (b) Sesudah Pemasangan<sup>[2]</sup> Kapasitor Shunt Pada Jaringan

Kerugian tegangan disebabkan arus beban  $I$  sebelum kapasitor dipasang :

$$\delta V = I_R R + I_X X_L \dots\dots\dots (2.6)$$

Kerugian tegangan setelah kapasitor dipasang :

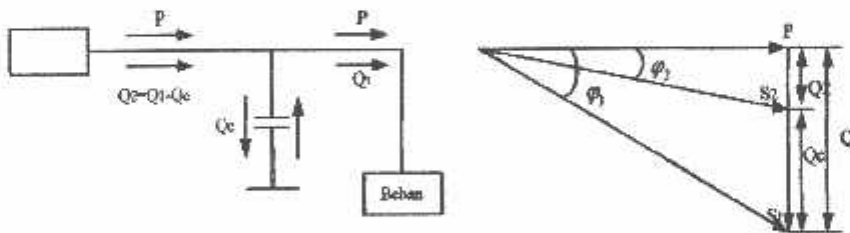
$$\delta V = I_R R + I_X X_L - I_C X_C \dots\dots\dots (2.7)$$



### 2.7. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem.

Manfaat terbesar yang di peroleh dari perbaikan faktor daya adalah berasasal 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 2.10. menunjukkan perbaikan faktor daya pada system, kapasitor menuplai daya reaktif ke beban.



Gambar.2-12. Perbaikan faktor daya<sup>[21]</sup>

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:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{P}{S_1} \\ \cos \theta &= \frac{P}{\sqrt{(P^2 + Q^2)}} \\ \cos \theta &= \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_1 - Q_c)^2}} \dots\dots\dots(2.9) \end{aligned}$$

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:

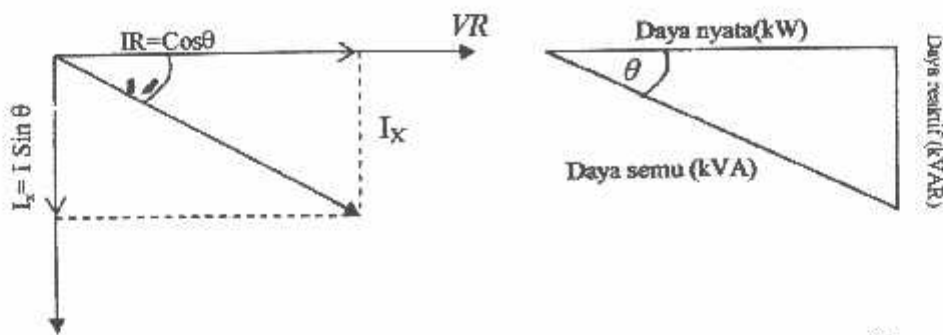
$$\% \text{ Rugi Daya} = 100 \left( \frac{\text{Faktor daya mula} - \text{mula}(\cos \theta_1)}{\text{Faktor daya baru}(\cos \theta_2)} \right) \dots\dots\dots(2.10)$$

%Pengurangan Rugi Daya

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

### 2.7.1. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya.

Diagram phase dari dua komponen arus nyata itu arus aktif dan reaktif dapat dilihat pada gambar 2-11 berikut;



Gambar 2-13. Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi<sup>[2]</sup>

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

$$\begin{aligned}
 I = \text{Arus Semu} &= \sqrt{(\text{arus.aktif})^2 + (\text{arus.reaktif})^2} \\
 &= \sqrt{(I \cos \theta)^2 + (I \sin \theta)^2} \dots\dots\dots (2.12)
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Semu (kVA)} &= \sqrt{(\text{Daya.aktif})^2 + (\text{Daya.reaktif})^2} \\
 (VI) &= \sqrt{(VI \cos \theta)^2 + (VI \sin \theta)^2} \dots\dots\dots (2.13)
 \end{aligned}$$

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

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

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

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

### 2.7.2. 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 semua 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  $\theta_1$  = Sudut dari faktor daya mula-mula

$\theta_2$  = 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.

Daya reaktif (kVAR) = Daya aktif x  $\Delta \text{Tan}$

$$(\text{kVAR}) = (\text{kW}) \times \Delta \text{Tan} \dots \dots \dots (2.19)$$

### 2.8. Sistem Per-Unit

Untuk memudahkan perhitungan-perhitungan dalam sistem tenaga listrik digunakan p.u (per unit) yang didefinisikan sebagai perbandingan harga yang sebenarnya dengan harga dasar (base value), sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Besaran per - unit} = \frac{\text{besaran sesungguhnya}}{\text{besaran dasar dengan dimensi yang sama}} \dots \dots \dots (2.20)$$

Rumus-rumus yang digunakan untuk penentuan arus dasar dan impedansi dasar adalah :

- Untuk data 1 fasa

Arus dasar:

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 1 fasa}}{\text{kV dasar L - N}} \dots \dots \dots (2.21)$$

Impedansi dasar:

$$Z_{d} = \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \dots \dots \dots (2.22)$$
$$= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}}$$

Dalam persamaan diatas nilai-nilai besaran diberikan untuk rangkaian satu fasa.

Jadi tegangannya adalah tegangan antara fasa ke tanah dan daya setiap fasa.

Setelah besaran-besaran dasar telah ditentukan maka besaran-besaran itu dinormalisasikan terhadap besaran dasar. Dengan demikian impedansi per satuan didefinisikan sebagai berikut :

$$Z = \frac{\text{Impedansi sebenarnya } Z(\Omega)}{\text{Impedansi dasar } Z_a} \dots\dots\dots(2.23)$$

## BAB III

### ANALISA MENENTUKAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV TIPE RADIAL DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA

#### 3.1. Analisa Aliran Daya Jaringan Radial<sup>[1]</sup>

Sebelum melakukan optimasi dengan menggunakan metode *genetic algorithm* dilakukan suatu proses analisa aliran daya untuk mengetahui kondisi suatu sistem distribusi radial.

##### 3.1.1. Tujuan

Tujuan mempelajari analisa aliran daya pada skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui keadaan tegangan pada setiap bus dari sistem jaringan.
2. Untuk mengetahui besarnya daya yang mengalir pada setiap cabang dari struktur jaringan.
3. Untuk mengetahui besar rugi-rugi daya aktif dan daya reaktif pada setiap cabang dari saluran.

##### 3.1.2. Metode Newton Raphson<sup>[2]</sup>

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 :

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

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

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

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 magnitudo tegangan (V) dan sudut fasa (δ) disetiap simpul dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (3.5) dan (3.6) yang



diliniierkan 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 :

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

$\Delta Q$  = selisih injeksi bersih daya reaktif dengan penjumlahan aliran daya reaktif tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan V yang didapat dri perhitungan iterasi ke-k

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

$\Delta |V|$  = vektor koreksi magnitudo 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 magnitudo tegangan  $\Delta(|V|)$  dan sudut fasa tegangan ( $\Delta \delta$ ) yang baru. Sehingga diperoleh harga magnitudo tegangan dan sudut fasa yang baru, yaitu :

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

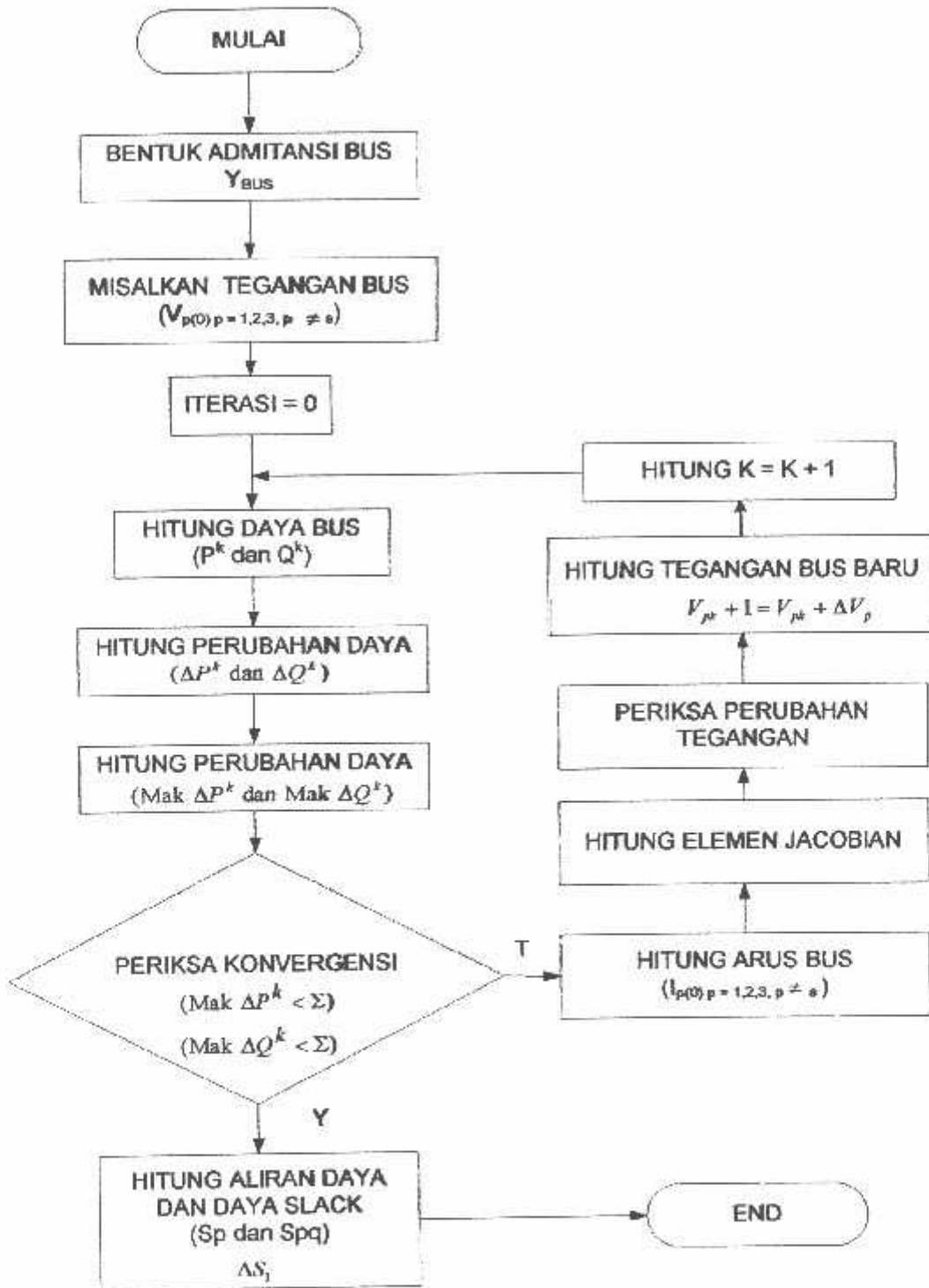
$$\delta^{k+1} = \delta^k + \Delta\delta^k \dots\dots\dots (3.9)$$

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

**3.1.3. 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  $\Delta P$  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  $\delta_q$  dan  $|V_q|$  dengan menambahkan  $\Delta\delta_p$  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  $\Delta P$  dan  $\Delta Q$  atau semua nilai  $\Delta\delta$  dan  $\Delta|V|$  lebih kecil dari suatu indeks ketetapan yang telah dipilih.

3.1.4. Flowchart Algoritma Aliran Daya Newton Raphson



Gambar 3-1  
Flowchart Algoritma Aliran Daya Newton Raphson

## 3.2. Penyelesaian Metode *genetic algorithm*

### 3.2.1. Algoritma Genetika<sup>[6]</sup>

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.

### 3.2.1.1. 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 3-1. 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 :

#### **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.

#### **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.

#### **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.

#### **Probabilitas Mutasi ( $P_m$ )**

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi, karena frekuensi terjadinya mutasi

tersebut menjadi  $P_m \times \text{POPSIZE} \times N$ , 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 inisialisasi awal populasi.

#### **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.

#### **3.2.1.2. 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 masi mempunyai rentang yang lebar. Seiring dengan bertambah besar generasi, beberapa kromosom mendominasi populasi dan mengakibatkan rentang nilai *fitness* semakin kecil. Hal ini dapat mengakibatkan konvegensi 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

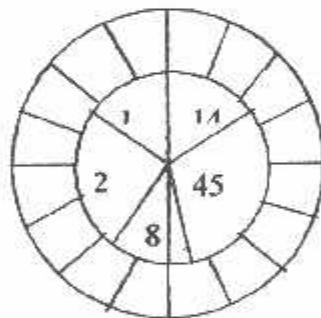
Pada Algoritma Genetika terdapat proses seleksi yaitu proses pemilihan kromosom yang akan di-crossover-kan dengan kromosom dari individu lain. Masalah yang paling mendasar pada proses ini adalah bagaimana proses penyeleksiannya. Menurut teori Darwin proses seleksi individu adalah : "*individu terbaik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

### ❏ Roulette Wheel Selection

Dimana setiap individual memiliki harga fitness sehingga didapatkan probabilitas individual  $(f(t)/\sum f(t))$  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 3-1.

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 3-2. Roulette-Wheel**

### ❏ Rank Selection

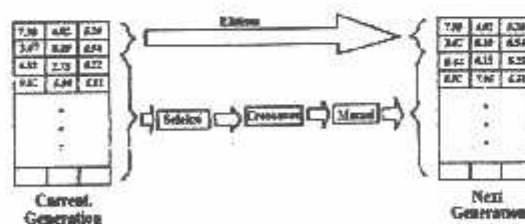
Apabila fitness yang dimiliki oleh suatu kromosom dalam populasi berbeda terlalu jauh dari kromosom lainnya maka hal ini dapat menjadi permasalahan.

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.

### 3.2.1.3. 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 performansidari Algoritma Genetika karena *elitism* menghindarkan hilangnya hilangnya solusi terbaik (*best / few best*) yang telah ditemukan. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar 3-3.

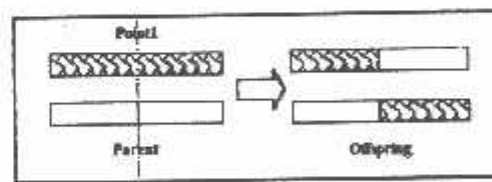


Gambar 3-3. Pembentukan *Next Generation* dalam Algoritma Genetika<sup>[6]</sup>

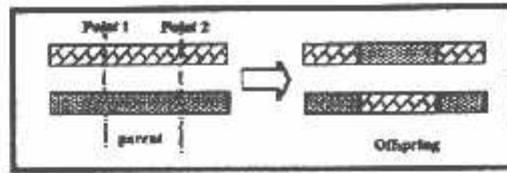
### 3.2.1.4. Crossover (Pindah Silang)

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 3-4.

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 3-5.

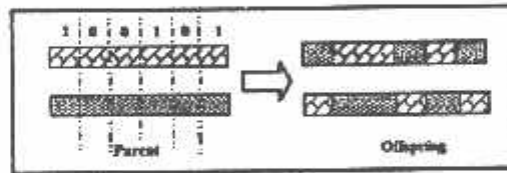


Gambar 3-4. Ilustrasi operator dengan *One Point Crossover*<sup>16)</sup>



Gambar 3-5. Ilustrasi operator dengan *Two Point Crossover*<sup>[6]</sup>

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 3-6.

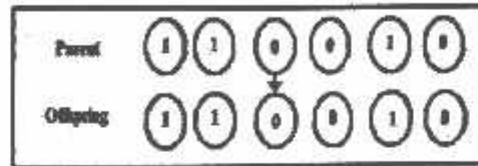


Gambar 3-6. Ilustrasi operator *crossover* dengan *uniform crossover*<sup>[6]</sup>

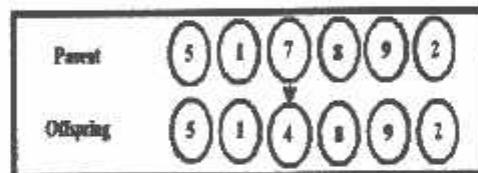
### 3.2.1.5. Mutation (Mutasi)

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 3-7. Untuk bentuk representasi integer atau floating point, atau selain string biner,

seperti gambar 3-8, 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 3-7. Ilustrasi operator mutasi untuk representasi string biner<sup>[6]</sup>



Gambar 3-8. Ilustrasi operator mutasi untuk representasi integer<sup>[6]</sup>

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 walaupun sangat sulit menentukan kombinasi yang optimal dari beberapa parameter pada tiap-tiap proses 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 (*kromosom*, 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.
- 8.

### 3.3. Penerapan Algoritma genetika

GA adalah teknik optimasi berdasarkan pada teori seleksi alami. Ukuran populasi (*popsize*) yang konstan pada string atau individu, menggambarkan solusi penempatan 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.

#### 3.3.1. Pengkodekan

Pengkodekan merupakan digunakan sebagai gambaran dari masing-masing bagian kromosom dalam algoritma generika. Kromosom pada bagian ini merupakan terdiri dari 3 bagian. Bagian pertama diasumsikan sebagai lokasi yang



nilai integer yang menyakan 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.

### 3.3.2. 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 :

$$\delta V = IR \cos \varphi + IX_L \sin \varphi \text{ volt} \dots \dots \dots (3.10)$$

Sesudah kapasitor terpasang

$$\delta V = IR \cos \theta + I (X_L, X_L) \sin \theta \text{ Volt} \dots \dots \dots (3.11)$$

$$(\delta V_C)\% = \frac{X_L \cdot Q_C}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 1000 \cdot V_f} \cdot 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

- Qc = Daya kapasitor kVAR
- XI = 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

$$\text{Rugi daya : } (I^2R) = (I_R^2 + I_X^2) R \dots\dots\dots(3.13)$$

Rugi daya reaktif

$$(I^2X) = (I_R^2 + I_X^2) X \dots\dots\dots(3.14)$$

Dimana:  $I_R$  adalah komponen arus aktif

$I_X$  adalah komponen arus reaktif

### 3.3.3. 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

### 3.3.4. 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 Populasi = 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 Generasi = Maxgen jika belum kembali ke Generasi = Generasi + 1 dan kembali kelangkah 7, dan sampai selesai pemrosesan.
14. Jika Generasi = Maxgen sudah selesai maka ke langkah 15.
15. Kemudian Cetak Hasil.
16. Stop.

## BAB IV

### ANALISA MENENTUKAN KAPASITOR YANG OPTIMAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20kV TIPE RADIAL GI PAKIS PENYULANG TUMPANG

#### 4.1. 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 diatas maka digunakan Algoritma Genetika dalam mengotimalisasi dalam masalah pemilihan kapasitor.

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

## 4.2. 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 lempiran, agar memudahkan perhitungan, maka digunakan sistem per-unit (pu), dimana dasar yang digunakan :

- Tegangan dasar 20 kV
- Daya dasar 30 MVA

## 4.3. Data Saluran

Jaringan distribusi primer GI Pakis menggunakan saluran kabel udara dengan spesifikasi seperti pada tabel 4-1.

Tabel 4-1

Data Spesifikasi Saluran penyulang Tumpang

Jenis Konduktor	Penampang Nominal (mm)	Impedansi Saluran ( $\Omega/\text{km}$ )	Kapasitansi (nF)
AKAC	150	0.2162+j0.3305	425

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

#### 4.4. 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 Tejakula, maka dapat diperoleh hasil impedansi saluran seperti pada table 4-2 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 4-2.

**Tabel 4-2**

**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 <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3305	1.80414	0.82246	1.25727
2	3	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3305	0.82665	0.17872	0.27321
2	4	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3306	0.65357	0.5737	0.877
4	5	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3307	0.32118	0.06944	0.10615
5	6	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3308	0.45644	0.09868	0.15085
5	7	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3309	0.61128	0.13216	0.20203
7	8	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3310	0.35097	0.07588	0.116
8	9	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3311	0.66696	0.1442	0.22043
9	10	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3312	0.41766	0.0903	0.13804
9	11	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3313	0.91795	0.19846	0.30338
11	12	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3314	0.04103	0.00887	0.01356
11	13	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3315	0.41039	0.08873	0.13563
8	14	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3316	0.1754	0.03792	0.05797
14	15	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3317	0.19514	0.04219	0.06449
15	16	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3318	1.10235	0.23833	0.36433
15	17	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3319	0.62622	0.13539	0.20697
17	18	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3320	1.24697	0.26959	0.41212
18	19	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3321	1.05759	0.22865	0.34953
17	20	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3322	1.12091	0.24234	0.37046
20	21	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3323	1.63111	0.35265	0.53908
21	22	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3324	0.38403	0.08303	0.12692
22	23	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3325	0.10687	0.02311	0.03532
23	24	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3326	0.14463	0.03127	0.0478
24	25	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3327	0.21983	0.04753	0.07265
25	26	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3328	0.21553	0.0466	0.07123
25	27	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3329	0.05738	0.01241	0.01896
27	28	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3330	0.09667	0.0209	0.03195
28	29	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3331	0.1432	0.03096	0.04733
29	30	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3332	0.7055	0.15253	0.23317
28	31	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3333	0.09171	0.01983	0.03031
31	32	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3334	5.81678	1.25759	1.92245
31	33	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3335	0.13107	0.02834	0.04332
33	34	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3336	0.28721	0.06209	0.09492
34	35	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3337	1.40329	0.30339	0.46379
35	36	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3338	0.20561	0.04445	0.06795
35	37	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3339	0.6874	0.14862	0.22719
34	38	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3340	0.44708	0.09666	0.14776
38	39	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3341	0.45447	0.09826	0.1502
22	40	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3342	0.3683	0.07963	0.12172
40	41	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3343	0.37527	0.08113	0.12403
41	42	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3344	0.07926	0.01714	0.0262

42	43	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3345	1.36049	0.29414	0.44964
43	44	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3346	1.0827	0.23408	0.35783
44	45	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3347	0.09054	0.01957	0.02992
45	46	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3348	0.13481	0.02915	0.04455
45	47	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3349	0.31916	0.069	0.10548
47	48	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3350	0.07734	0.01672	0.02556
48	49	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3351	1.98504	0.42917	0.65606
49	50	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3352	0.8712	0.18835	0.28793
50	51	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3353	1.02611	0.22184	0.33913
48	52	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3354	2.27173	0.49115	0.75081
52	53	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3355	0.26156	0.05655	0.08645
53	54	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3356	0.07325	0.01584	0.02421
53	55	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3357	1.88792	0.40817	0.62396
55	56	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3358	1.6756	0.36226	0.55379
55	57	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3359	0.48563	0.10499	0.1605
57	58	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3360	2.1451	0.46377	0.70896
52	59	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3361	0.49853	0.10778	0.16476
59	60	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3362	0.25835	0.05586	0.08538
60	61	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3363	1.62653	0.35166	0.53757
60	62	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3364	0.85873	0.18566	0.28381
62	63	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3365	1.04437	0.22579	0.34516
62	64	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3366	0.2175	0.04702	0.07188
64	65	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3367	0.30139	0.06316	0.09961
64	66	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3368	1.20862	0.2613	0.39945
66	67	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3369	0.21159	0.04575	0.06993
42	68	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3370	0.42204	0.09125	0.13948
68	69	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3371	0.46147	0.09977	0.15252
69	70	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3372	0.59644	0.12895	0.19712
69	71	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3373	0.14444	0.03123	0.04774
71	72	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3374	0.36326	0.07854	0.12006
72	73	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3375	0.06005	0.01298	0.01985
73	74	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3376	1.2255	0.26495	0.40503
74	75	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3377	0.54189	0.11716	0.17909
75	76	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3378	0.53488	0.11564	0.17678
76	77	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3379	0.04909	0.01061	0.01622
77	78	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3380	0.56593	0.12235	0.18704
78	79	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3381	0.90865	0.19645	0.30031
79	80	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3382	0.40073	0.08664	0.13244
79	81	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3383	0.06005	0.01298	0.01985
77	82	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3384	0.21926	0.0474	0.07247
82	83	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3385	0.50759	0.10974	0.16776
83	84	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3386	0.96079	0.20772	0.31754
84	85	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3387	0.5969	0.12905	0.19728
84	86	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3388	1.22914	0.26574	0.40623
86	87	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3389	0.25168	0.05441	0.08318
87	88	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3390	1.93151	0.41759	0.63836
88	89	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3391	0.02097	0.00453	0.00693
89	90	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3392	0.99091	0.21423	0.3275
90	91	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3393	1.41627	0.3062	0.46808
89	92	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3394	0.64097	0.79123	1.20954



92	93	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3395	0.21263	0.16297	0.24913
92	94	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3396	0.38759	0.40005	0.61154
94	95	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3397	0.37838	0.27243	0.41646
77	96	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3398	0.91237	0.19725	0.30154
96	97	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3399	1.10752	0.23945	0.36604
97	98	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3400	1.15876	0.25052	0.38297
97	99	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3401	2.1284	0.46016	0.70344
99	100	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3402	2.04255	0.4416	0.67506
100	101	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3403	1.19628	0.25864	0.39537
101	102	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3404	3.20652	0.69325	1.05975
76	103	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3405	1.35951	0.29393	0.44932
103	104	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3406	0.18837	0.04073	0.06226
104	105	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3407	0.24406	0.05277	0.08066
105	106	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3408	2.54212	0.54961	0.84017
106	107	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3409	0.48657	0.1052	0.16081
107	108	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3410	0.25466	0.05506	0.08417
107	109	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3411	2.00062	0.43253	0.6612
109	110	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3412	1.2041	0.3736	0.57111
104	111	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3413	0.74333	0.16071	0.24567
111	112	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3414	0.88399	0.19112	0.29216
112	113	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3415	0.71388	0.15434	0.23594
113	114	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3416	1.58924	0.34359	0.52524
114	115	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3417	1.10974	0.23993	0.36677
115	116	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3418	1.79788	0.3887	0.5942
116	117	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3419	1.08765	0.23515	0.35947
117	118	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3420	0.43158	0.09331	0.14264
118	119	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3421	3.89207	0.84147	1.28633
118	120	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3422	1.48563	0.32119	0.491
120	121	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3423	2.2495	0.48634	0.74345
112	122	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3424	1.07319	0.23202	0.35469
122	123	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3425	1.40817	0.30445	0.4654
123	124	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3426	1.90856	0.41263	0.63078
124	125	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3427	8.22295	1.7778	2.71768
125	126	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3428	0.79359	0.17157	0.26228
126	127	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3429	3.11916	0.67436	1.03088
127	128	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3430	6.68201	1.44465	2.2084
128	129	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0,2162 + j0,3431	0.78414	0.16953	0.25916

#### 4.4.1.Data Pembebanan Penyulang Tumpang

Data pembebanan diperoleh dengan mengambil data dari masing – masing trafo distribusi, data pembebanan dapat dilihat pada Tabel 4-3

**Tabel 4-3**

**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	22.89198	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	27	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	59.86	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	10.46717	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

#### 4.4.2. 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 4-4 menunjukkan berapa kapasitas *switched* kapasitor dan harga.

Tabel 4-4

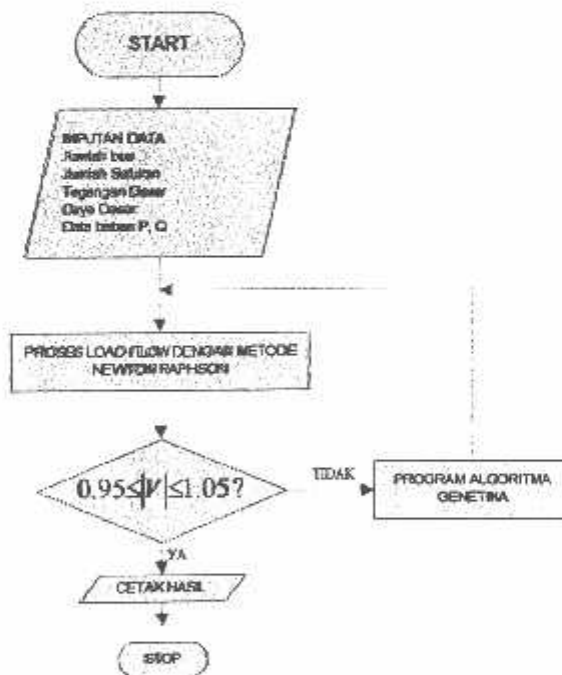
DAFTAR KAPASITAS DAN HARGA SWITCHED KAPASITOR

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

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

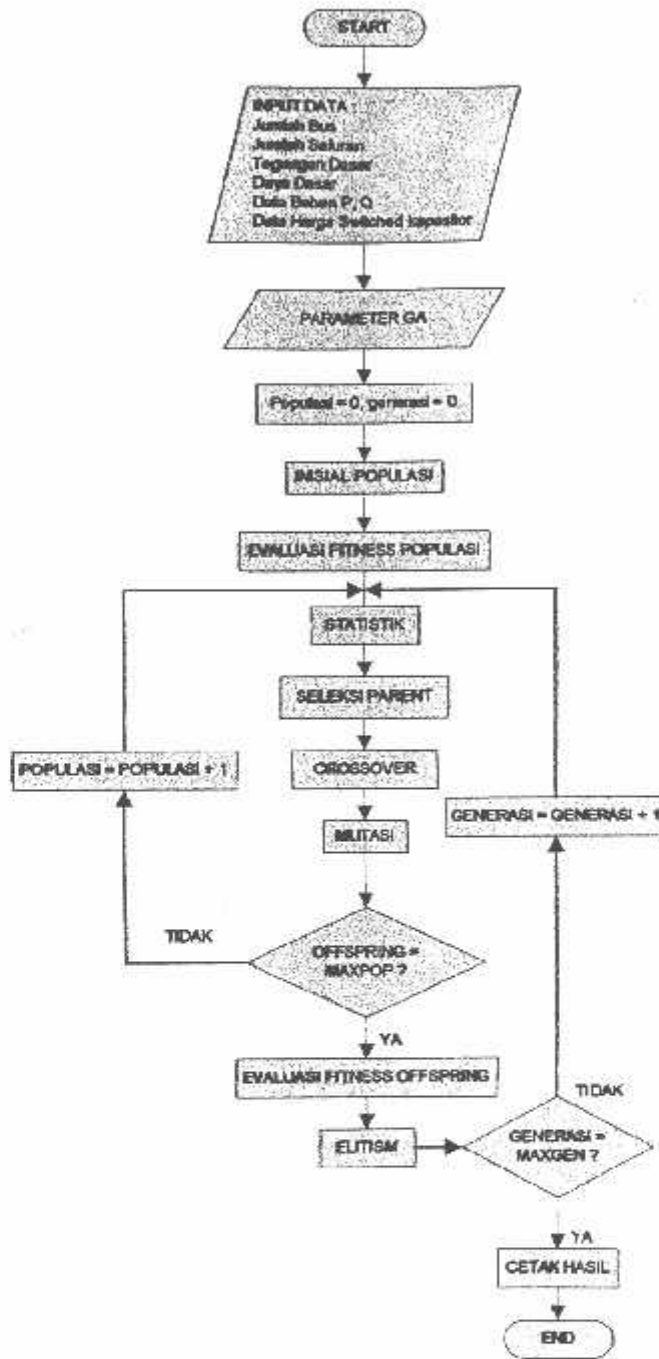
4.5. Algoritma Program

4.5.1. Flowchart Algoritma Penyelesaian Masalah



Gambar 4-1. Flowchart Program Penyelesaian Masalah

#### 4.6. Flowchart Program Algoritma Genetika



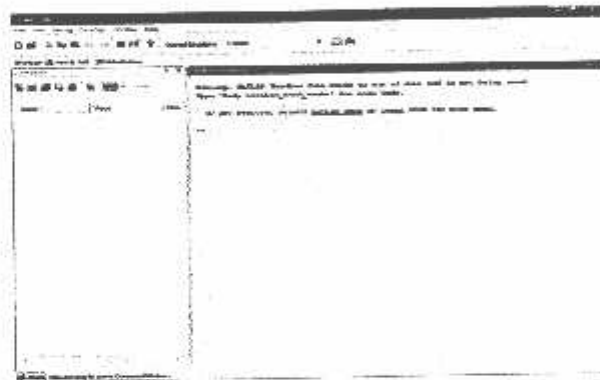
Gambar 4-2. flowchart Program Algoritma Genetika

#### 4.6.1. Hasil Dan Analisis Hasil

#### 4.6.2 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 jalanya program ikut prosedur program berikut ini :

##### 1. Tampilan utama dari program.



Gambar 4-3. Tampilan Program Utama

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



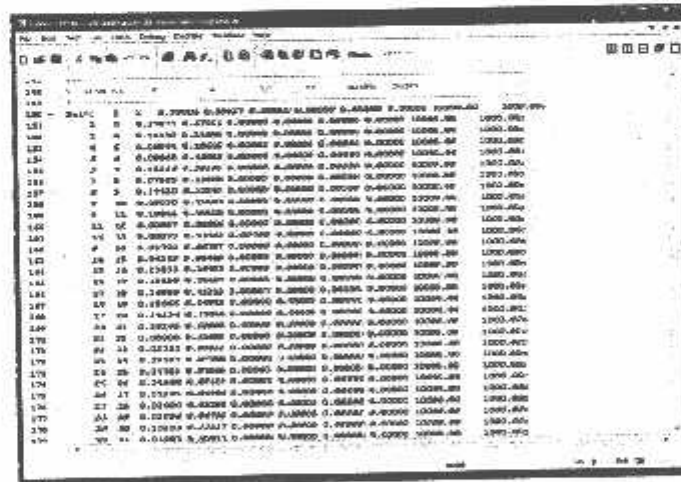
Gambar 4-4. Tampilan Inputan Data

3. Tampilan inputan data pembebanan, kemudian arahkan *kursor* untuk mengetahui tampilan inputan data saluran.



Gambar 4-5. Tampilan Inputan Data Pembebanan

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



Gambar 4-6. Tampilan Data Saluran



## 5. Tampilan data *objective function*.



Gambar 4-7. Tampilan Data Objective Function

Pada gambar 4-8 adalah tampilan data objective function atau fungsi tujuan. Dimana fungsi tujuan tersebut terdiri dari 2 hal pertama, biaya penempatan kapasitor dan kedua biaya penghematan.

## 6. Kemudian gerakan *scroll* kebawah untuk melihat tampilan parameter *Algoritma Genetika*.



Gambar 4-8. Tampilan Parameter GA

Pada gambar 4-9 merupakan tampilan dari parameter metode *Genetic Algorithm*. Dimana parameter-parameter rancangan untuk *GA* yang diterpkan pada penmpatan kapasitor.

*GA* pertama kali diterpkan untuk memperoleh solusi layak yang agak baik. Solusi ini digunakan sebagai solusi awal untuk algorithm awal dalam pencarian yang optimal,

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



Gambar 4-9. Tampilan Untuk Menjalankan Program

Pada Gambar 4-10 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 (rad)
1	1.00000	0.00000
2	0.98897	-0.0049
3	0.98894	-0.00492
4	0.98501	-0.00669
5	0.9831	-0.00756
6	0.98306	-0.00758
7	0.9795	-0.0092
8	0.97746	-0.01014

**Gambar 4-10. Tampilan Hasil Untuk Mengetahui Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Sebelum Pemilihan**

Untuk gambar 4-11 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 4-5**

**Tegangan dan Sudut fasa Tiap Bus penyulang Tumpang Sebelum Kompensasi**

Bus	Tegangan abs (pu)	Sudut Fasa (rad)	Bus	Tegangan abs (pu)	Sudut Fasa (rad)
1	1	0	67	0.94599	-0.02512
2	0.98897	-0.0049	68	0.95087	-0.02272
3	0.98894	-0.00492	69	0.94968	-0.0233
4	0.98501	-0.00669	70	0.94966	-0.02331
5	0.9831	-0.00756	71	0.94931	-0.02348
6	0.98306	-0.00758	72	0.94839	-0.02393
7	0.9795	-0.0092	73	0.94824	-0.024
8	0.97746	-0.01014	74	0.94531	-0.02544

9	0.97736	-0.01019	75	0.94406	-0.02605
10	0.97734	-0.0102	76	0.94288	-0.02663
11	0.97727	-0.01023	77	0.94282	-0.02666
12	0.97727	-0.01023	78	0.94272	-0.02671
13	0.97726	-0.01023	79	0.94265	-0.02675
14	0.97646	-0.0106	80	0.94264	-0.02675
15	0.97537	-0.0111	81	0.94265	-0.02675
16	0.9753	-0.01114	82	0.94267	-0.02674
17	0.9719	-0.01271	83	0.94236	-0.02689
18	0.9717	-0.01281	84	0.94189	-0.02712
19	0.9716	-0.01286	85	0.94187	-0.02713
20	0.96588	-0.01553	86	0.94131	-0.02741
21	0.9573	-0.01962	87	0.94121	-0.02746
22	0.95532	-0.02057	88	0.94068	-0.02772
23	0.9552	-0.02063	89	0.94068	-0.02772
24	0.95506	-0.0207	90	0.94059	-0.02777
25	0.95487	-0.02079	91	0.94053	-0.02779
26	0.95486	-0.02079	92	0.94058	-0.02777
27	0.95483	-0.02081	93	0.94057	-0.02778
28	0.95475	-0.02085	94	0.94055	-0.02779
29	0.95472	-0.02086	95	0.94053	-0.0278
30	0.95466	-0.0209	96	0.94262	-0.02676
31	0.9547	-0.02087	97	0.94243	-0.02685
32	0.95435	-0.02104	98	0.94234	-0.0269
33	0.95464	-0.0209	99	0.94225	-0.02695
34	0.95454	-0.02095	100	0.94215	-0.02699
35	0.9544	-0.02102	101	0.94214	-0.027
36	0.95439	-0.02103	102	0.94212	-0.02701
37	0.95435	-0.02104	103	0.94137	-0.02738
38	0.95443	-0.02101	104	0.94118	-0.02747
39	0.95437	-0.02104	105	0.94109	-0.02752
40	0.9538	-0.0213	106	0.94033	-0.02789
41	0.9523	-0.02203	107	0.94022	-0.02795
42	0.95199	-0.02218	108	0.94019	-0.02796
43	0.95024	-0.02304	109	0.93991	-0.0281
44	0.94893	-0.02368	110	0.93987	-0.02812
45	0.94884	-0.02372	111	0.9407	-0.02771
46	0.94883	-0.02373	112	0.94016	-0.02798
47	0.94851	-0.02388	113	0.93986	-0.02813
48	0.94844	-0.02392	114	0.93923	-0.02844
49	0.94789	-0.02419	115	0.93888	-0.02861

50	0.94772	-0.02427	116	0.93841	-0.02834
51	0.94758	-0.02434	117	0.9382	-0.02895
52	0.94686	-0.0247	118	0.93814	-0.02898
53	0.94678	-0.02473	119	0.93801	-0.02905
54	0.94677	-0.02474	120	0.93797	-0.02906
55	0.9464	-0.02492	121	0.93783	-0.02913
56	0.94631	-0.02497	122	0.93994	-0.02809
57	0.94634	-0.02495	123	0.93974	-0.02819
58	0.94615	-0.02504	124	0.9395	-0.0283
59	0.94666	-0.02479	125	0.93879	-0.02866
60	0.94658	-0.02483	126	0.93872	-0.02869
61	0.94653	-0.02486	127	0.93852	-0.02879
62	0.94633	-0.02496	128	0.93831	-0.0289
63	0.94631	-0.02497	129	0.9383	-0.0289
64	0.94627	-0.02498			
65	0.94626	-0.02499			
66	0.94602	-0.02511			

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



Gambar 4-11. Tampilan Hasil Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Kompensasi

Gambar 4-12 memperlihatkan tampilan hasil rugi daya antar saluran sebelum kompensasi yang di akibatkan rugi-rugi, Tabel 4-6 memperlihatkan rugi daya tiap saluran.

Tabel 4-6

Rugi Daya Tiap Saluran Penyulang Tumpang Sebelum Kompensasi

Saluran		Rugi Daya		Saluran		Rugi Daya	
Dari	Ke	Kw	kVAR	Dari	Ke	Kw	kVAR
1	2	44.654	68.261	68	69	2.093	3.199
2	3	0.001	0.001	69	70	0	0.001
2	4	15.956	24.391	69	71	0.639	0.977
4	5	7.611	11.635	71	72	1.563	2.39
5	6	0.002	0.003	72	73	0.245	0.375
5	7	14.072	21.512	73	74	4.707	7.195
7	8	7.938	12.134	74	75	1.951	2.982
8	9	0.009	0.014	75	76	1.763	2.695
8	14	3.773	5.768	76	77	0.04	0.061
9	10	0.001	0.001	76	103	1.127	1.723
9	11	0.006	0.009	77	78	0.012	0.018
11	12	0	0	77	82	0.074	0.113
11	13	0	0	77	96	0.03	0.046
14	15	4.078	6.233	78	79	0.004	0.006
15	16	0.003	0.004	79	80	0	0.001
15	17	12.81	19.583	79	81	0	0
17	18	0.022	0.033	82	83	0.123	0.188
17	20	21.61	33.035	83	84	0.161	0.246
18	19	0.006	0.01	84	85	0	0.001
20	21	30.271	46.274	84	86	0.183	0.279
21	22	6.912	10.565	86	87	0.024	0.037
22	23	0.082	0.125	87	88	0.099	0.152
22	40	4.177	6.384	88	89	0.001	0.001
23	24	0.092	0.141	89	90	0.005	0.007
24	25	0.109	0.167	89	92	0.009	0.014
25	26	0	0	90	91	0.002	0.002
25	27	0.026	0.039	92	93	0.001	0.001
27	28	0.037	0.057	92	94	0.002	0.003
28	29	0.004	0.006	94	95	0.001	0.001
28	31	0.018	0.028	96	97	0.021	0.033
29	30	0.005	0.007	97	98	0.005	0.008
31	32	0.014	0.022	97	99	0.011	0.017
31	33	0.021	0.032	99	100	0.003	0.005
33	34	0.023	0.036	100	101	0	0
34	35	0.01	0.016	101	102	0	0

34	38	0.018	0.027	103	104	0.129	0.197
35	36	0	0	104	105	0.022	0.033
35	37	0.002	0.002	104	111	0.207	0.317
38	39	0.006	0.009	105	106	0.152	0.233
40	41	4.071	6.224	106	107	0.019	0.03
41	42	0.819	1.252	107	108	0.001	0.002
42	43	1.517	2.319	107	109	0.032	0.049
42	68	1.967	3.007	109	110	0.001	0.001
43	44	1.057	1.615	111	112	0.228	0.349
44	45	0.071	0.108	112	113	0.084	0.129
45	46	0	0.001	112	122	0.029	0.045
45	47	0.219	0.335	113	114	0.164	0.251
47	48	0.049	0.076	114	115	0.075	0.114
48	49	0.103	0.158	115	116	0.083	0.127
48	52	0.742	1.134	116	117	0.029	0.044
49	50	0.022	0.033	117	118	0.006	0.009
50	51	0.013	0.02	118	119	0.003	0.004
52	53	0.015	0.024	118	120	0.012	0.019
52	59	0.054	0.082	120	121	0.006	0.009
53	54	0	0.001	122	123	0.02	0.03
53	55	0.051	0.078	123	124	0.02	0.03
55	56	0.004	0.006	124	125	0.042	0.064
55	57	0.007	0.01	125	126	0.004	0.006
57	58	0.01	0.016	126	127	0.009	0.013
59	60	0.017	0.027	127	128	0.005	0.007
60	61	0.001	0.001	128	129	0	0
60	62	0.048	0.073				
62	63	0	0				
62	64	0.01	0.016				
64	65	0.001	0.001				
64	66	0.037	0.056				
66	67	0.002	0.004				

10. Tampilan untuk memilih kapasitor 1= *fixed* Atau 2 = *switched*



Gambar 4-12. Tampilan Untuk Memilih 1 = *fixed* atau 2 = *Switched*

Pada Gambar 4-13 adalah tampilan untuk memilih kapasitor *fixed* Atau *switched* untuk mengetahui hasil dari pembangkitan, pembebanan, dan jumlah rugi-rugi sebelum kompensasi dari hasil perhitungan aliran daya dengan metode Newton rapshon. Dimana jumlah pembangkitan sebesar  $5668,3612+3696.1456i$  kVA dan jumlah pembebanan sebesar  $5466.792+3388+0134i$  kVA dan jumlah rugi-rugi sebesar  $201.5692+308.1321i$  kVA.

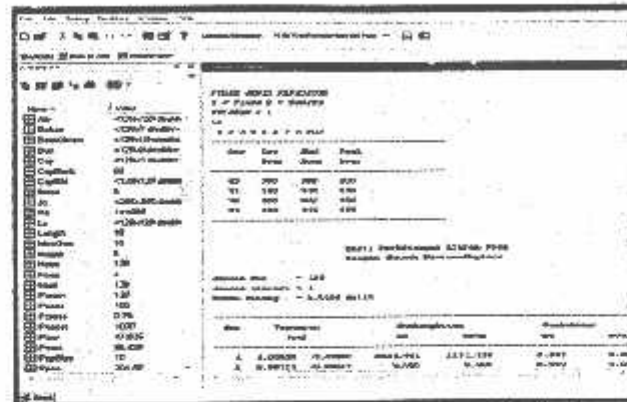
Tabel 4-7

Jumlah pembangkitan Pembebanan dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi

Jumlah	Pembangkitan	$5668.3612+3696.1456i$	kVA
Jumlah	Pembebanan	$5466.792+3388.0134i$	kVA
Jumlah	Rugi-Rugi	$201.5692+308.1321i$	kVA
Jumlah	Iterasi	3	



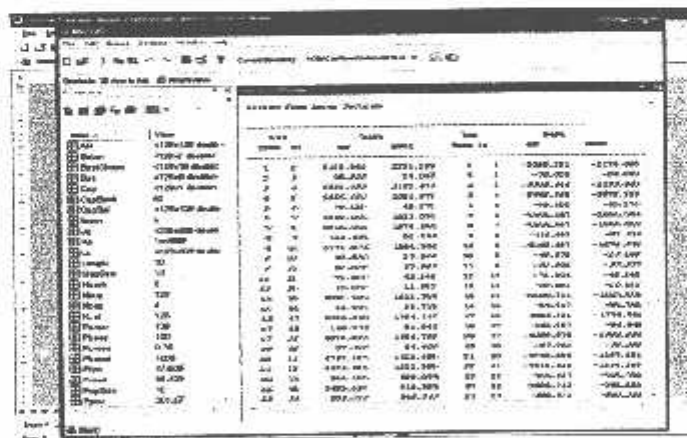
1. Gerakan scroll ke bawah untuk melihat tampilan kapasitor setelah menggunakan metode *Algoritma Genetika*.



Gambar 4-13. Tampilan dari jumlah bus dan kapasitor fixed setelah optimasi

Pada Gambar 4-14 merupakan tampilan dari kapasitor *Fixed* setelah kompensasi.

2. Tampilan dari hasil perhitungan aliran daya untuk mengetahui tegangan dan fasa setelah kompensasi.



Gambar 4-14. Tampilan Hasil Untuk Mengetahui Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Setelah Kompensasi

Tabel 4-8

Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Kapasitor fixed dan Switched Peyulang  
Tumpang Setelab Kompensasi

Fixed		Switched		Fixed		Switched			
Bus	Tegangan abs (pu)	Sudut Fasa (rad)	Tegangan (pu)	Sudut fasa (rad)	Bus	Tegangan abs (pu)	Sudut Fasa (rad)	Tegangan (pu)	Sudut fasa (rad)
1	1	0	1	0	67	0.95916	-0.03318	0.95552	-0.03081
2	0.99121	-0.00627	0.99097	-0.00612	68	0.96203	-0.02951	0.96069	-0.02868
3	0.99117	-0.00628	0.99094	-0.00614	69	0.96115	-0.03028	0.95986	-0.02949
4	0.98806	-0.00855	0.98774	-0.00835	70	0.96113	-0.03029	0.95984	-0.0295
5	0.98654	-0.00966	0.98618	-0.00944	71	0.96087	-0.03052	0.95961	-0.02975
6	0.9865	-0.00968	0.98614	-0.00946	72	0.9602	-0.03112	0.95898	-0.03038
7	0.98371	-0.01177	0.98327	-0.0115	73	0.9601	-0.03121	0.95888	-0.03048
8	0.9821	-0.01298	0.98161	-0.01267	74	0.958	-0.03315	0.95668	-0.03235
9	0.98201	-0.01302	0.98152	-0.01272	75	0.95712	-0.03399	0.95575	-0.03316
10	0.98199	-0.01303	0.9815	-0.01273	76	0.9563	-0.03479	0.95488	-0.03393
11	0.98192	-0.01306	0.98143	-0.01276	77	0.95627	-0.03484	0.95483	-0.03396
12	0.98192	-0.01307	0.98142	-0.01276	78	0.95654	-0.03514	0.95473	-0.03401
13	0.98191	-0.01307	0.98142	-0.01277	79	0.95706	-0.03558	0.95466	-0.03404
14	0.98133	-0.01357	0.98081	-0.01325	80	0.95705	-0.03558	0.95465	-0.03405
15	0.98048	-0.01422	0.97994	-0.01389	81	0.95708	-0.03559	0.95466	-0.03404
16	0.98041	-0.01425	0.97987	-0.01392	82	0.95612	-0.03492	0.95468	-0.03403
17	0.9778	-0.01631	0.97717	-0.01592	83	0.95582	-0.03506	0.95438	-0.03418
18	0.9776	-0.0164	0.97697	-0.01602	84	0.95535	-0.03529	0.9539	-0.03441
19	0.9775	-0.01645	0.97687	-0.01607	85	0.95533	-0.0353	0.95389	-0.03442
20	0.97318	-0.01998	0.97241	-0.0195	86	0.95478	-0.03557	0.95334	-0.03469
21	0.96666	-0.02531	0.96567	-0.0247	87	0.95469	-0.03562	0.95324	-0.03473
22	0.96515	-0.02656	0.96411	-0.02592	88	0.95416	-0.03587	0.95272	-0.03499
23	0.96504	-0.02661	0.96403	-0.026	89	0.95416	-0.03587	0.95271	-0.03499
24	0.9649	-0.02668	0.96394	-0.02609	90	0.95408	-0.03591	0.95263	-0.03503
25	0.96472	-0.02677	0.96382	-0.02623	91	0.95402	-0.03594	0.95257	-0.03506
26	0.96471	-0.02677	0.96381	-0.02623	92	0.95407	-0.03592	0.95262	-0.03504
27	0.96467	-0.02679	0.96379	-0.02626	93	0.95405	-0.03592	0.95261	-0.03505
28	0.9646	-0.02682	0.96374	-0.02632	94	0.95404	-0.03593	0.95259	-0.03505
29	0.96457	-0.02684	0.96376	-0.02636	95	0.95401	-0.03594	0.95257	-0.03506
30	0.9645	-0.02687	0.96369	-0.02639	96	0.95608	-0.03494	0.95463	-0.03405
31	0.96455	-0.02685	0.96369	-0.02634	97	0.95589	-0.03503	0.95445	-0.03415

32	0.9642	-0.02702	0.96335	-0.02651	98	0.9558	-0.03507	0.95435	-0.03419
33	0.96449	-0.02688	0.96363	-0.02637	99	0.95571	-0.03512	0.95426	-0.03424
34	0.96439	-0.02693	0.96353	-0.02642	100	0.95561	-0.03516	0.95417	-0.03428
35	0.96424	-0.027	0.96339	-0.02649	101	0.9556	-0.03517	0.95415	-0.03429
36	0.96423	-0.027	0.96338	-0.02649	102	0.95558	-0.03518	0.95414	-0.0343
37	0.9642	-0.02702	0.96335	-0.02651	103	0.95481	-0.03552	0.95416	-0.03518
38	0.96428	-0.02698	0.96343	-0.02647	104	0.95462	-0.03561	0.95408	-0.03534
39	0.96422	-0.02701	0.96336	-0.0265	105	0.95454	-0.03565	0.95399	-0.03539
40	0.9641	-0.02757	0.9629	-0.02683	106	0.95379	-0.03602	0.95325	-0.03575
41	0.96307	-0.02859	0.9617	-0.02774	107	0.95367	-0.03607	0.95313	-0.03581
42	0.96286	-0.0288	0.96146	-0.02793	108	0.95365	-0.03608	0.95311	-0.03582
43	0.96189	-0.03015	0.95973	-0.02877	109	0.95337	-0.03622	0.95283	-0.03596
44	0.96121	-0.03119	0.95844	-0.02939	110	0.95333	-0.03624	0.95279	-0.03598
45	0.96116	-0.03127	0.95834	-0.02944	111	0.95415	-0.03584	0.95403	-0.03586
46	0.96115	-0.03127	0.95833	-0.02945	112	0.95361	-0.0361	0.95368	-0.03626
47	0.96094	-0.03149	0.95802	-0.0296	113	0.95332	-0.03624	0.95354	-0.03651
48	0.96089	-0.03154	0.95795	-0.02963	114	0.95271	-0.03654	0.95327	-0.03704
49	0.96034	-0.0318	0.9574	-0.0299	115	0.95236	-0.03671	0.95317	-0.03738
50	0.96018	-0.03188	0.95723	-0.02998	116	0.9519	-0.03694	0.95271	-0.0376
51	0.96004	-0.03195	0.95709	-0.03005	117	0.95168	-0.03705	0.95249	-0.03771
52	0.96001	-0.03276	0.95638	-0.03039	118	0.95162	-0.03708	0.95243	-0.03774
53	0.96002	-0.03285	0.95631	-0.03043	119	0.9515	-0.03714	0.9523	-0.0378
54	0.96001	-0.03285	0.9563	-0.03043	120	0.95146	-0.03715	0.95227	-0.03782
55	0.95964	-0.03303	0.95593	-0.03061	121	0.95132	-0.03722	0.95213	-0.03788
56	0.95955	-0.03308	0.95584	-0.03066	122	0.9534	-0.0362	0.95347	-0.03636
57	0.95958	-0.03306	0.95586	-0.03065	123	0.9532	-0.0363	0.95327	-0.03646
58	0.9594	-0.03315	0.95568	-0.03073	124	0.95297	-0.03642	0.95304	-0.03657
59	0.95982	-0.03286	0.95618	-0.03049	125	0.95226	-0.03676	0.95233	-0.03692
60	0.95974	-0.03289	0.9561	-0.03053	126	0.9522	-0.03679	0.95227	-0.03695
61	0.95969	-0.03292	0.95606	-0.03055	127	0.952	-0.03689	0.95207	-0.03704
62	0.95949	-0.03301	0.95586	-0.03065	128	0.95179	-0.03699	0.95186	-0.03715
63	0.95947	-0.03302	0.95584	-0.03066	129	0.95178	-0.037	0.95185	-0.03715
64	0.95944	-0.03304	0.9558	-0.03068					
65	0.95942	-0.03305	0.95579	-0.03068					
66	0.95918	-0.03316	0.95555	-0.0308					

13. Tampilan Hasil aliran daya antar saluran setelah Kompensasi.

Saluran	Bus	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA
1	1	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	2	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	3	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	4	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	5	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	6	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	7	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	8	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	9	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	10	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	11	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	12	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	13	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	14	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	15	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	16	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	17	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	18	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	19	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	20	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	21	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	22	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	23	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	24	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	25	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	26	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	27	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	28	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	29	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	30	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Gambar 4-15. Tampilan Hasil Aliran Daya Antar Saluran setelah Kompensasi

3. Gerakan scroll ke bawah untuk melihat tampilan hasil rugi daya antar saluran setelah kompensasi.

Saluran	Bus	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA
1	1	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	2	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	3	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	4	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	5	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	6	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	7	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	8	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	9	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	10	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	11	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	12	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	13	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	14	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	15	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	16	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	17	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	18	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	19	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	20	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	21	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	22	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	23	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	24	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	25	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	26	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	27	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	28	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	29	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	30	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Gambar 4-16. Tampilan Hasil Rugi Daya Antar Saluran Setelah Kompensasi

Pada gambar 4-17 merupakan tampilan hasil rugi daya antar saluran yang diakibatkan rugi-rugi saluran, dimana setelah melakukan analisa terjadi penurunan

rugi daya, Tabel 4-9 merupakan nilai rugi daya kapasitor Fixed dan Switched setelah Kompensasi.

**Tabel 4-9**

**Rugi Daya Tiap Bus Saluran Penyulang Tumpang Setelah Kompensasi**

Saluran		Fixed		Switched	
		Rugi daya		Rugi daya	
Dari	Ke	kW	kVAR	kW	kVAR
1	2	35.72	54.603	36.457	55.731
2	3	0.001	0.001	0.001	0.001
2	4	12.747	19.485	13.011	19.889
4	5	6.063	9.268	6.19	9.462
5	6	0.002	0.003	0.002	0.003
5	7	11.178	17.088	11.414	17.449
7	8	6.294	9.622	6.428	9.827
8	9	0.009	0.014	0.009	0.014
8	14	2.978	4.552	3.042	4.65
9	10	0.001	0.001	0.001	0.001
9	11	0.006	0.009	0.006	0.009
11	12	0	0	0	0
11	13	0	0	0	0
14	15	3.209	4.905	3.278	5.011
15	16	0.003	0.004	0.003	0.004
15	17	10.06	15.379	10.279	15.714
17	18	0.021	0.033	0.022	0.033
17	20	16.874	25.795	17.247	26.365
18	19	0.006	0.01	0.006	0.01
20	21	23.552	36.002	24.076	36.804
21	22	5.362	8.197	5.482	8.38
22	23	0.08	0.122	0.062	0.095
23	40	3.104	4.745	3.362	5.14
23	24	0.09	0.138	0.069	0.105
24	25	0.107	0.164	0.08	0.122
25	26	0	0	0	0

25	27	0.025	0.038	0.019	0.028
27	28	0.036	0.056	0.027	0.041
28	29	0.004	0.006	0.007	0.011
29	31	0.018	0.028	0.018	0.028
29	30	0.004	0.007	0.004	0.007
31	32	0.014	0.022	0.014	0.022
31	33	0.02	0.031	0.02	0.031
31	34	0.023	0.035	0.023	0.035
34	35	0.01	0.015	0.01	0.015
34	36	0.017	0.027	0.017	0.027
35	36	0	0	0	0
35	37	0.002	0.002	0.002	0.002
38	39	0.006	0.009	0.006	0.009
40	41	3.014	4.607	3.265	4.992
41	42	0.604	0.923	0.654	1
42	43	1.07	1.636	1.487	2.273
42	48	1.508	2.305	1.462	2.235
43	44	0.743	1.136	1.036	1.583
44	45	0.05	0.076	0.069	0.106
45	46	0	0.001	0	0.001
45	47	0.162	0.248	0.215	0.328
47	48	0.036	0.056	0.048	0.074
48	49	0.101	0.154	0.101	0.155
48	52	0.523	0.799	0.727	1.111
49	50	0.021	0.032	0.021	0.032
50	51	0.013	0.02	0.013	0.02
52	53	0.016	0.025	0.015	0.023
52	59	0.052	0.08	0.053	0.081
53	54	0	0.001	0	0.001
53	55	0.049	0.076	0.05	0.076
55	56	0.004	0.006	0.004	0.006
55	57	0.006	0.01	0.007	0.01
57	58	0.01	0.015	0.01	0.016
59	60	0.017	0.026	0.017	0.026
60	61	0.001	0.001	0.001	0.001
60	62	0.046	0.071	0.047	0.071
62	63	0	0	0	0
62	64	0.01	0.016	0.01	0.016

64	65	0.001	0.001	0.001	0.001
64	66	0.036	0.054	0.036	0.055
66	67	0.002	0.004	0.002	0.004
68	69	1.6	2.446	1.552	2.372
69	70	0	0.001	0	0.001
69	71	0.487	0.745	0.473	0.723
71	72	1.189	1.818	1.154	1.764
72	73	0.186	0.284	0.18	0.276
73	74	3.544	5.418	3.641	5.567
74	75	1.461	2.233	1.501	2.294
75	76	1.31	2.002	1.346	2.057
75	77	0.029	0.044	0.039	0.06
76	103	1.096	1.675	0.792	1.211
77	78	0.151	0.23	0.011	0.017
77	82	0.072	0.11	0.072	0.11
77	96	0.029	0.045	0.029	0.045
78	79	0.27	0.413	0.004	0.006
79	80	0	0.001	0	0.001
79	81	0.004	0.006	0	0
82	83	0.12	0.183	0.12	0.183
83	84	0.156	0.239	0.157	0.24
84	85	0	0.001	0	0.001
84	86	0.177	0.271	0.178	0.272
86	87	0.024	0.036	0.024	0.036
87	88	0.096	0.147	0.097	0.148
88	89	0.001	0.001	0.001	0.001
89	90	0.005	0.007	0.005	0.007
89	92	0.009	0.013	0.009	0.013
90	91	0.002	0.002	0.002	0.002
92	93	0.001	0.001	0.001	0.001
92	94	0.002	0.003	0.002	0.003
94	95	0.001	0.001	0.001	0.001
96	97	0.021	0.032	0.021	0.032
97	98	0.005	0.008	0.005	0.008
97	99	0.011	0.016	0.011	0.016
99	100	0.003	0.004	0.003	0.004
100	101	0	0	0	0
101	102	0	0	0	0

103	104	0.125	0.192	0.091	0.14
104	105	0.021	0.032	0.021	0.033
105	111	0.201	0.308	0.183	0.28
105	106	0.148	0.226	0.148	0.226
106	107	0.019	0.029	0.019	0.029
107	108	0.001	0.032	0.001	0.002
107	109	0.031	0.048	0.031	0.048
109	110	0.001	0.001	0.001	0.001
111	109	0.222	0.339	0.165	0.252
112	115	0.082	0.125	0.059	0.09
112	122	0.028	0.043	0.028	0.043
113	114	0.16	0.244	0.116	0.178
114	115	0.072	0.111	0.056	0.086
115	116	0.081	0.124	0.081	0.123
116	117	0.028	0.043	0.028	0.043
117	118	0.006	0.009	0.006	0.009
118	119	0.003	0.004	0.003	0.004
118	120	0.012	0.018	0.012	0.018
120	121	0.006	0.009	0.006	0.009
122	123	0.019	0.029	0.019	0.029
123	124	0.019	0.029	0.019	0.029
124	125	0.041	0.062	0.041	0.062
125	126	0.004	0.005	0.004	0.005
126	127	0.008	0.013	0.008	0.013
127	128	0.005	0.007	0.005	0.007
128	129	0	0	0	0



4. Gerakan *scroll* ke bawah untuk melihat hasil tampilan jumlah pembangkitan, pembebanan, dan rugi-rugi kapasitor *fixed* setelah kompensasi total sesudah kompensasi dengan menggunakan metode GA.

Name	Power	Loss	Voltage
Bus	100	0.000	0.000
Line	100	0.000	0.000
Transformer	100	0.000	0.000
Capacitor	100	0.000	0.000
...	...	...	...

Gambar 4-17. Tampilan Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Pada kapasitor *Fixed*

5. Tampilan jumlah pembangkitan, pembebanan, rugi-rugi dan pada kapasitor *Switched* setelah kompensasi.

Name	Power	Loss	Voltage
Bus	100	0.000	0.000
Line	100	0.000	0.000
Transformer	100	0.000	0.000
Capacitor	100	0.000	0.000
...	...	...	...

Gambar 4-18. Tampilan Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Kapasitor *Switched* Setelah Kompensasi.

Tabel 4-10

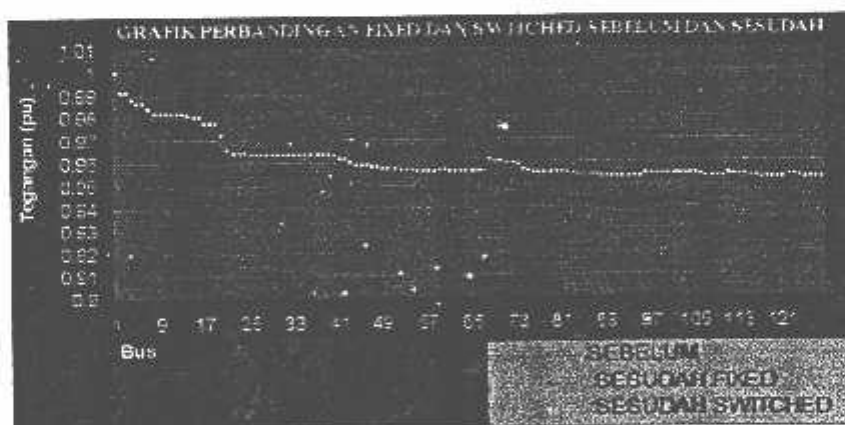
**Jumlah Pembangkitan, Pembebanan, Rugi-rugi Pada kapasitor Fixed dan Switched Sebelum dan Sesudah Kompensasi.**

	Sebelum Kompensasi	Sesudah Kompensasi	
Jumlah Pembangkitan	5629.4201+3636.6176i	5629.4201+3636.6176i	kVA
Jumlah Pembebanan	5466.792+3388.0134i	5466.792+3388.0134i	kVA
Jumlah Rugi-Rugi	162.6281+248.6042i	162.6281+248.6042i	kVA
Jumlah Bus			3

Pada Tabel 4-10 Dimana jumlah pembangkitan, jumlah pembebanan, jumlah rugi-rugi setelah kompensasi dengan menggunakan metode *Algoritma Genetika* pada penyulang Tumpang.

Grafik 4.1

**Perbandingan Grafik Tegangan Awal dengan Tegangan Sesudah kompensasi**



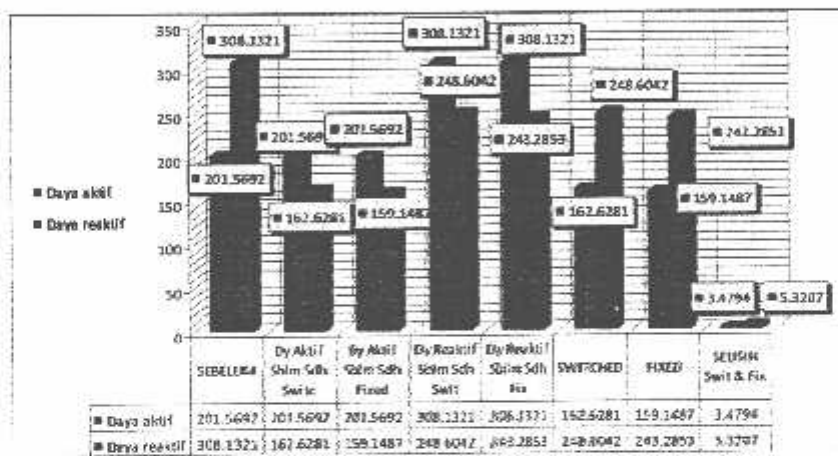
**Grafik 4-1 Tegangan Tiap Bus Terhadap Tegangan Awal, Dan perbandingan Tegangan Sesudah Kompensasi.**

Grafik 4-1. adalah grafik perbandingan tegangan tiap bus terhadap tegangan awal, sebelum dan sesudah kompensasi, bahwa tegangan terendah yang

dijinkan pada bus 129 sebesar  $0.93830 pu$ , dan setelah kompensasi pada kapasitor *fixed* naik menjadi  $0.95178 pu$ , sedangkan pada kapasitor *switched* naik menjadi  $0.95185 pu$ . Di mana batas tegangan yang diijinkan oleh pihak PLN adalah sebesar  $0,95 pu$  samapi  $1.05 pu$ .

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 *fixed* dan *switched* kapasitor. Dan hasil kompensasi dengan metode *algoritma genetika* menghasilkan daya yang lebih kecil pada *fixed* kapasitor.

Dengan penempatan kapasitor pada bus-bus yang telah ditentukan secara optimal melalui metode *Genetic Algorithm* dengan program Matlab 7.0.1, maka telah menemukan setelah pemasangan kapasitor *Fixed* 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

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *Genetic Algorithm* letak kapasitor *fixed* pada bus 45, 53, 79, 81, dimana pada bus 45 kapasitas yang terpasang 300 kVAR, pada bus 53 kapasitas yang terpasang 350 kVAR, pada bus 79 kapasitas yang terpasang 400 kVAR, pada bus 81 kapasitas yang terpasang 350 kVAR. Hasil kapasitor *switched* letak kapasitor pada bus 29, 73, 111, 115, dimana pada bus 29 kapasitas yang terpasang 350 kVAR, pada bus 73 kapasitas yang terpasang 250 kVAR, pada bus 111 kapasitas yang terpasang 400 kVAR, pada bus 115 kapasitas yang terpasang 250 kVAR.
2. Dari hasil perhitungan tegangan 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 0,93830 pu pada bus 129 dan setelah kompensasi kapasitor *fixed* naik menjadi 0,95178 pu atau sebesar 19,036kV,

naik 9 % sedangkan pada kapasitor *switched* naik menjadi 0.95185 pu, atau sebesar 19,037 kV naik 10%,

3. Besarnya penurunan rugi-rugi daya setelah kompensasi dengan metode *Genetic Algorithm* : rugi daya aktif sebelum kompensasi sebesar 201.5692 kW, setelah kompensasi menggunakan kapasitor *fixed* turun menjadi 159.1487 kW, daya reaktif dari 308.1321 kVAR turun menjadi 243.2853 kVAR, Sedangkan pada kapasitor *switched* daya aktif turun menjadi 162.6281 kW, daya reaktifnya turun menjadi 248.6042 kVAR. Selisih *fixed* dan *switched* kapasitor untuk daya aktif sebesar 3.4794 kW, daya reaktifnya 5.3207 kVAR.
4. Pada saat beban low maka diperoleh hasil perhitungan dari hasil 25 % dari beban Peak maka bebanya 1627.90 kVA, pada saat beban medium dari hasil perhitungan dari 65 % dari beban peak maka beban yang dihasilkan 4232.54 kVA, untuk beban peak 100 % dari jumlah total beban sesudah kompensasi maka bebannya 6511.61 kVA.
5. Setelah dilakukan perhitungan, dari hasil tegangan rata-rata yang paling baik dan rugi daya paling minim maka kapasitor yang terpilih pada kapasitor *fixed*.

## 5.2. Saran

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

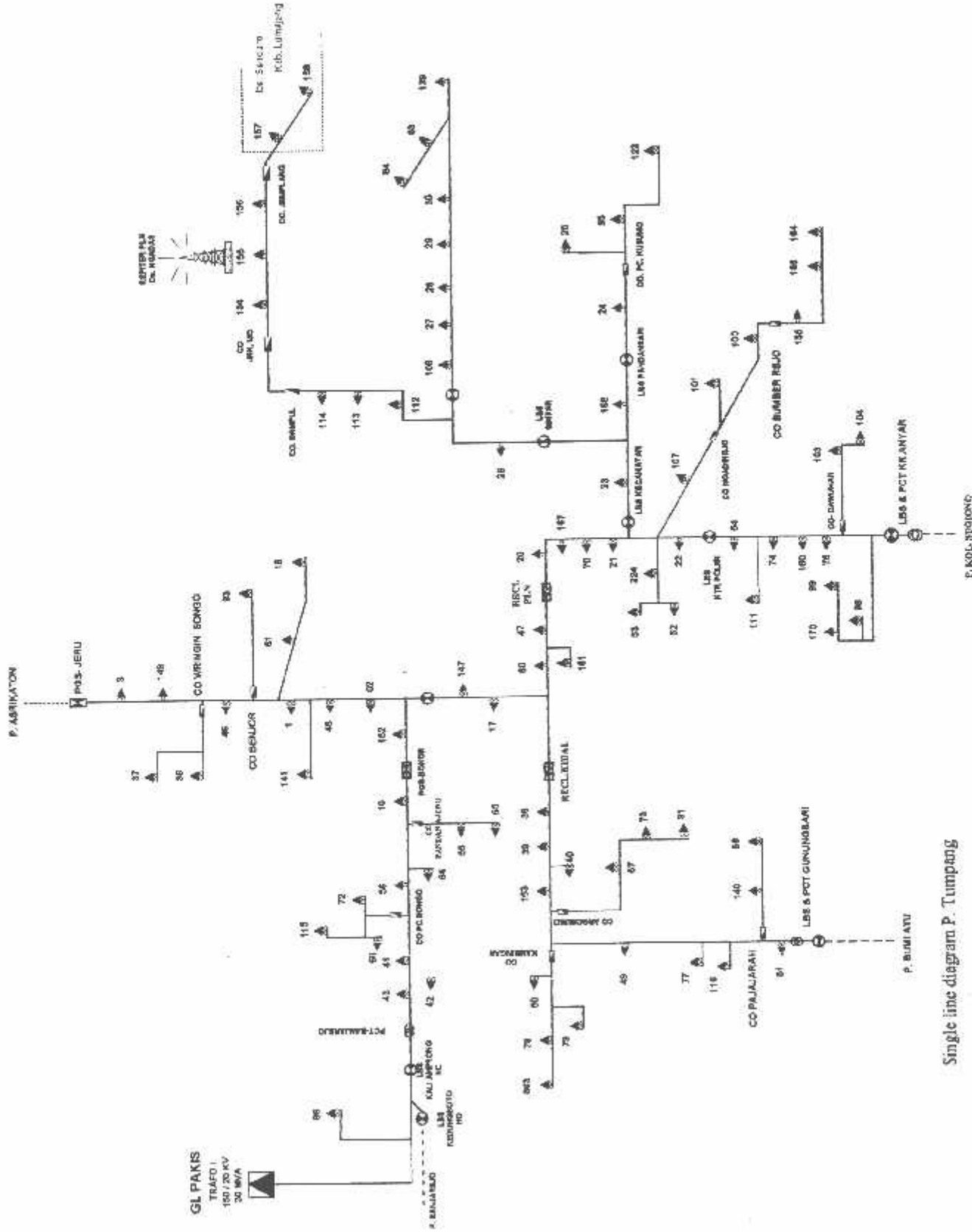
## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Djiteng Marsudi, 1990," **Operasi sistem tenaga Listrik**", Balai Penerbit Dan Humas ISTN
- [2]. Hasan Basri, "**Sistem Distribusi Tenaga Listrik**".
- [3]. William D Stevenson, Jr. "**Analisa Sistem Tenaga Listrik**". Edisi ke empat, Erlangga, Jakarta, 1993.
- [4]. Heru Dwi Purnomo," **Optimasi penempatan kapsitor lokasi Switched kapasitor dengan metode Algoritma Genetika pada jaringan Distribusi**. 2005.
- [5]. Sri Kusukadewi, "**Artivisial Intelligence**", Cetakan Pertama, Graha Ilmu, jogyakarta, 2003.
- [6]. Golberg, "**Genetic Algorithm in Machine**" , NY, 1996.
- [7]. Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "**Genetic Algorithm And Engineering Design**", (John Wiley & Son, Inc., 1994 ) p-7
- [8]. Turan Gonen,"**Electric Power Distribution System Engineering**,"Mc Graw Hill, 1986.
- [9]. Lee, S. H. And J. J. Grainger, "**Optimum placement of Fixed And Switched Capacitor On Primariv Distribution Feeder**" , IEEE Trans. On Power Apparatus and System.



LAMPIRAN

---



Single line diagram P. Tumpang

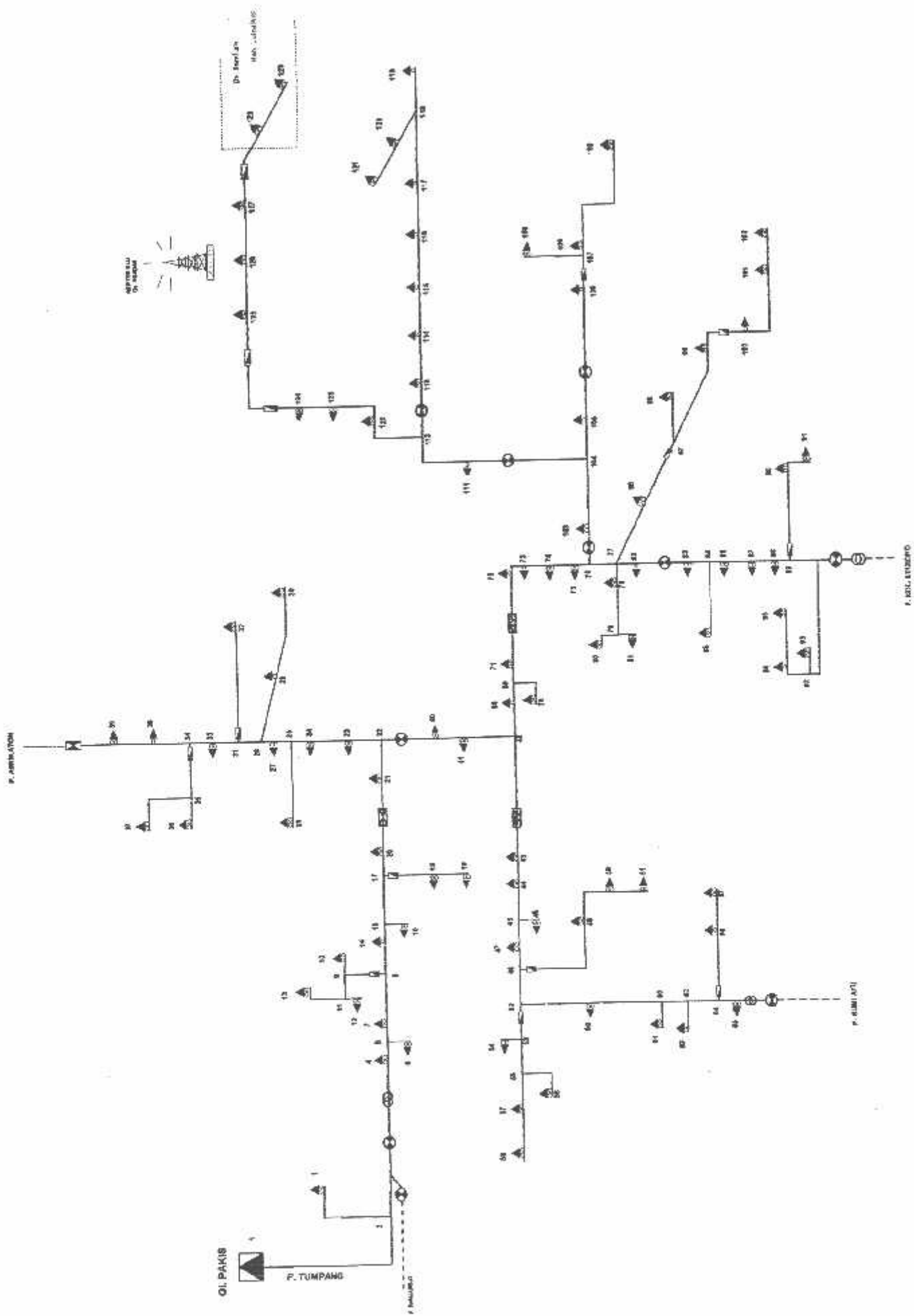
P. TUMPANG  
GI, PAKIS

PT. PLN (PERSERO)  
DISTRIBUSI JATIM  
JPL/J.MALANG

DISKUSI DUNYADI, D V. SUHARDONO

- 01
- PG3
- AY3
- CO
- LBS
- REKLIDIA
- AUTN 20 kV
- PCT





Perhitungan Dengan Newton Raphson

```

function [Nbus]-CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,SumL,Rr)
disp(' ');
disp(' Hasil Perhitungan Aliran Daya');
disp(' Dengan Metode Newton-Raphson');
disp(' ');
disp(['Jumlah Bus = ' num2str(Nbus)]);
disp(['Jumlah iterasi = ' num2str(ite)]);
disp(['Waktu Hitung = ' num2str(selang) ' detik']);
disp(' ');
disp('-----');
disp(' Bus Tegangan Pembangkitan Pembebanan ');
disp(' (pu) mw mvar mw mvar ');
disp('-----');
Sa=[1:Nbus] real(V) imag(V) real(Sg) imag(Sg) real(SL) imag(SL);
fprintf('%5.0f %8.5f %8.5f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa);
disp('-----');
disp(' ');
disp('Aliran Daya Antar Saluran');
disp(' ');
s=0;
disp('-----');
disp(' Bus Daya Bus Daya ');
disp(' from to mw mvar from to mw mvar ');
disp('-----');
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        x=imag(RugiS(i,j));
        if x==0
            S=[i j real(Alir(i,j)) imag(Alir(i,j)) i real(Alir(j,i)) imag(Alir(j,i))];
            fprintf('%3.0f %3.0f %9.3f %9.3f %3.0f %3.0f %9.3f %9.3f\n',S);
        end
    end
end
disp('-----');
disp(' ');
disp('Rugi Daya Antar Saluran');
disp(' ');
s=0;
disp('-----');
disp(' Bus Rugi ');
disp(' from to mw mvar ');
disp('-----');
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        x=imag(Z(i,j));
        if x==0
            S=[i j real(RugiS(i,j)) imag(RugiS(i,j))];
            fprintf('%3.0f %3.0f %8.3f %8.3f\n',S);
        end
    end
end
disp('-----');
disp(' ');
disp(['Jumlah Pembangkitan = ' num2str(SumG) ' MVA']);
disp(['Jumlah Pembebanan = ' num2str(SumL) ' MVA']);
disp(['Jumlah Rugi-Rugi = ' num2str(Rr) ' MVA']);
disp(['Jumlah Iterasi = ' num2str(ite)]);
disp(' ');

```

## Objektif Function

```
function [fitness]=ObjFuncAkhir(chrom)
global Ncap Tlow Tmed Tpea kLow kMed kPea keLow keMed kePea kp;
global Nbus Z Lc Tr Ts Cap Beban Phase Zbase TypSal CapSal;
global lamdaV lamdaS lamdaCap;
global CapBank costFixed costSwitch;
global ke;
%Decoding data chromosome menjadi data kapasitor pada low med peak dan
%hitung juga jumlah pemasangan kapasitor
[capLow, capMed, capPea, countCap]=DecodeDataChrom(chrom, CapBank);
disp('');
disp('-----');
disp(' bus Low Med Peak');
disp(' kvar kvar kvar');
disp('-----');
for i=1:Nbus
    if capLow(i)~=0
        %if (capLow(i)==capMed(i)) & (capLow(i)==capPea(i))
        %
        %else
        %
        %end
        Sa=[i capLow(i) capMed(i) capPea(i)];
        fprintf(' %3.0f %5.0f %5.0f %5.0f\n', Sa);
    end
end
disp('-----');
disp('');
%carilah beban low med peak dan masukkan data pemasangan kapasitor pada
%data beban low med peak dan cari type kapasitor fixed atau switch
[BebanLow, BebanMed, BebanPea, typCap]=DecodeBeban(Beban, capLow, capMed, ...
    capPea, kLow, kMed, kPea);
%hitung total cost kapasitor yang terpasang
[capCost]=HitungCostKapasitor(capLow, capMed, capPea, typCap);
%hitung loadflow beban low
[V, ite, Alir, Sg, SL, SumG, SumL, Rr, RugiS, Jq]=NewtonPolak(Nbus, Z, Lc, Tr, Ts, ...
    Cap, BebanLow, Phase, Zbase, TypSal);
PlossLow=real(Rr);

%hitung loadflow beban Med
[V, ite, Alir, Sg, SL, SumG, SumL, Rr, RugiS, Jq]=NewtonPolak(Nbus, Z, Lc, Tr, Ts, ...
    Cap, BebanMed, Phase, Zbase, TypSal);
PlossMed=real(Rr);

%hitung loadflow beban Peak
mulai=cputime;
[V, ite, Alir, Sg, SL, SumG, SumL, Rr, RugiS, Jq]=NewtonPolak(Nbus, Z, Lc, Tr, Ts, ...
    Cap, BebanPea, Phase, Zbase, TypSal);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
[Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus, ite, selang, V, Sg, SL, Z, Alir, RugiS, SumG, SumL, Rr);
PlossPea=real(Rr);

%hitung delta ploss
global Plow Pmed Ppea;
dPpea=Ppea-PlossPea;
dPmed=Pmed-PlossMed;
dPlow=Plow-PlossLow;

%hitung fitness (rumus [1] di jumlah)
sumP=0;
global capyear growth;
dP1=dPlow;
dP2=dPmed;
dP3=dPpea;
dP=0;
for i=1:capyear
    dP=dP+(dP1*[low*keLow]+dP2*[med*keMed]+dP3*[pea*kePea]);
    dP1=dP1+(dP1*growth);
end
```

```

dP2=dP2+(dP2*growth);
dP3=dP3+(dP3*growth);
end
fitness=capyear*kp*dPpcr+dP-costCap;
disp(['Annual Saving (US$) = ' num2str(fitness)]);

function [capLow, capMed, capPea, countCap]=DecodeDataChrom(chrom, CapBank)
x=chrom(:,1);
param=length(x);
x=chrom(1,:);
len=length(x);
countCap=0;
capLow=zeros(param,1);
capMed=zeros(param,1);
capPea=zeros(param,1);
for i=1:param
    if chrom(i,1)==1
        countCap=countCap+1;
        ch=zeros(3,1);
        for j=2:4
            ch(j-1)=chrom(i,j);
        end
        capLow(i)=round(DecodeBin1ToReal(ch,1,8))*CapBank;
        ch=zeros(3,1);
        for j=5:7
            ch(j-4)=chrom(i,j);
        end
        capMed(i)=round(DecodeBin1ToReal(ch,1,8))*CapBank;
        ch=zeros(3,1);
        for j=8:10
            ch(j-7)=chrom(i,j);
        end
        capPea(i)=round(DecodeBin1ToReal(ch,1,8))*CapBank;
    end
end
end

function [BebanLow, BebanMed, BebanPea, typCap]=DecodeBeban(Beban, capLow, capMed, capPea, 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,4)=capLow(i);
    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,4)=capMed(i);
    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,4)=capPea(i);
    BebanPea(i,5)=kPea*Beban(i,5);
    BebanPea(i,6)=kPea*Beban(i,6);
end
typCap=zeros(rows,1);

```

```

%type 1 = Fixed cap type = 2 Switch Cap type = 0 tidak ada kapasitor
for i=1:rows
    if capLow(i)~=0
        if (capLow(i)~=capMed(i)) & (capLow(i)~=capPea(i))
            typCap(i)=1;
        else
            typCap(i)=2;
        end
    end
end

function [max]=CariMax(data1,data2,data3)
max=data1;
if max<data2
    max=data2;
end
if max<data3
    max=data3;
end

function [costCap]=HitungCostCapasitor(capLow,capMed,capPea,typCap)
global costFixed costSwitch;
global CapBank;
rows=length(capLow);
costCap=0;
for i=1:rows
    if typCap(i)==1
        costCap=costCap+(capLow(i)*costFixed);
    elseif typCap(i)==2
        maxCap=CariMax(capLow(i),capMed(i),capPea(i));
        costCap=costCap+(maxCap*costSwitch);
    end
end
end

```

---

```

clear
clc
global Nbus Z Lc Tr Ts Cap Beban Phase Zbase TypSal CapSal
Vbase=20.00;
Vkonst=1000;
Pbase=100.00;
Pkonst=1000;
Zbase=(Vbase*Vkonst)^2/(Pbase*Pkonst);
Ibase=(Vbase*Vkonst)/Zbase;
TypSal=2; %jika pu TypParam=1 jika ohm TypParam=2
%
% absV sudV Pgen Qgen Flood Qload Sup Type Bus
%
Bus=[
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 1;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 38.82800 24.06343 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 83.21500 51.57203 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 79.50050 49.26998 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 48.02500 29.76322 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 40.57900 25.14861 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 73.00650 45.24537 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 19.09100 11.83154 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 75.77750 46.96268 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 54.41700 33.72463 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 60.58800 37.54907 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 87.76250 54.39031 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 92.53100 57.34556 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 72.70900 45.06099 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 84.91500 52.62559 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 102.43350 63.48258 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 41.14000 25.49628 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 53.24400 32.99767 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 101.08200 62.64500 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 88.33200 54.74326 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 54.87600 34.00909 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 125.36650 77.69518 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 40.75750 25.25923 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 53.43950 33.11883 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 91.69800 56.82932 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 128.26500 79.49151 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 81.32800 50.40257 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 86.81050 53.80032 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 74.64700 46.26206 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 113.17750 70.14111 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 62.08400 38.47621 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 31.28000 19.38560 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 77.47750 48.01624 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 48.39900 29.99501 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 124.27000 77.01563 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 85.85850 53.21032 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 51.40800 31.85982 0.00000 0.00000 3;
1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 51.94350 32.19169 0.00000 0.00000 3;
];

```

1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	76.16000	47.19973	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	76.03250	47.12071	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	26.12900	16.19330	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	17.70550	10.97288	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	49.48700	30.66929	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	73.37200	45.47188	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	117.04500	72.53798	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	32.45300	20.11256	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	28.78950	17.84213	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	31.68800	19.63846	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	57.63000	35.71587	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	68.00850	42.14788	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	68.07650	42.19003	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	89.35200	55.37540	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	85.28050	52.85211	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	33.02250	20.46551	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	38.16500	23.65254	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	95.57400	59.23145	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	90.60150	56.14977	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	26.01000	16.11955	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	90.65650	49.98641	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	92.08900	57.07164	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	43.39250	26.89226	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	37.48500	23.23112	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	36.94100	22.89398	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	55.78550	34.57275	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	21.99800	13.63314	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	50.86400	31.52268	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	46.02750	28.52528	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	73.36350	45.46661	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	36.50750	22.62532	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	30.53200	18.92203	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	5.99250	3.71382	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	5.21050	3.22918	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	90.77150	56.25512	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	59.55950	36.91166	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	49.01100	30.37429	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	78.93100	48.91704	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	109.77750	68.03398	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	28.15200	17.44704	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	21.30100	13.20117	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	23.68950	14.68143	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	67.82150	42.03199	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	47.71050	29.56831	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	56.33800	34.91516	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	49.13850	30.45331	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	29.43550	18.24248	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	43.24800	26.80270	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	55.24150	34.23561	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	50.28600	31.16446	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	18.76800	11.63136	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	32.51250	20.14044	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3.72300	2.30731	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	16.88950	10.46717	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	28.19450	17.47338	0.00000	3;

1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 13.60850 8.43379 0.00000 3,  
 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 14.99400 9.29245 0.00000 3],

%  
 [Nbus,Deban,Cap]=DecodeBus(Bus);

%  
 % from to R X Lé tr absPh SudPh  
 %

%	from	to	R	X	Lé	tr	absPh	SudPh				
Sal=	1	2			0.39006	0.59627	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	2	3			0.17872	0.27321	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	2	4			0.14130	0.21600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	4	5			0.06944	0.10615	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	5	6			0.09868	0.15085	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	5	7			0.13216	0.20203	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	7	8			0.07588	0.11600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	8	9			0.14420	0.22043	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	9	10			0.09030	0.13804	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	9	11			0.19846	0.30338	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	11	12			0.00887	0.01356	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	11	13			0.08873	0.13563	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	8	14			0.03792	0.05797	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	14	15			0.04219	0.06449	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	15	16			0.23833	0.36433	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	15	17			0.13539	0.20697	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	17	18			0.26959	0.41212	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	18	19			0.22865	0.34953	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	17	20			0.24234	0.37046	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	20	21			0.35265	0.53908	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	21	22			0.08303	0.12692	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	22	23			0.02311	0.03532	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	23	24			0.03127	0.04780	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	24	25			0.04753	0.07265	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	25	26			0.04660	0.07123	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	25	27			0.01241	0.01896	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	27	28			0.02090	0.03195	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	28	29			0.03096	0.04733	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	29	30			0.15253	0.23317	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	28	31			0.01983	0.03031	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	31	32			1.25759	1.92245	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	31	33			0.02834	0.04332	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	33	34			0.06209	0.09492	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	34	35			0.30339	0.46379	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	35	36			0.04445	0.06795	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	35	37			0.14862	0.22719	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	34	38			0.09666	0.14776	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	38	39			0.09826	0.15020	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	22	40			0.07963	0.12172	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	40	41			0.08113	0.12403	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	41	42			0.01714	0.02620	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	42	43			0.29414	0.44964	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	43	44			0.23408	0.35783	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	44	45			0.01957	0.02992	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	45	46			0.02915	0.04455	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	45	47			0.06900	0.10548	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	47	48			0.01672	0.02556	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	48	49			0.42917	0.65606	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	49	50			0.18835	0.28793	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	50	51			0.22184	0.33913	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	48	52			0.49115	0.75081	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	52	53			0.05655	0.08645	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	53	54			0.01584	0.02421	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	53	55			0.40817	0.62396	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	55	56			0.36226	0.55379	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	55	57			0.10499	0.16050	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	57	58			0.46377	0.70896	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	52	59			0.10778	0.16476	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	59	60			0.05586	0.08538	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	60	61			0.35166	0.53757	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
	60	62			0.18566	0.28381	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;



62	63	0.22579	0.34516	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
62	64	0.04702	0.07188	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
64	65	0.06516	0.09961	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
64	66	0.26130	0.39945	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
66	67	0.04575	0.06993	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
42	68	0.09125	0.13948	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
68	69	0.09977	0.15252	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
69	70	0.12895	0.19712	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
69	71	0.03123	0.04774	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
71	72	0.07854	0.12006	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
72	73	0.01298	0.01985	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
73	74	0.26495	0.40503	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
74	75	0.11716	0.17909	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
75	76	0.11564	0.17678	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
76	77	0.01061	0.01622	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
77	78	0.12235	0.18704	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
78	79	0.19645	0.30031	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
79	80	0.08664	0.13244	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
79	81	0.01299	0.01985	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
77	82	0.04740	0.07247	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
82	83	0.10974	0.16776	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
83	84	0.20772	0.31754	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
84	85	0.12905	0.19728	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
84	86	0.26574	0.40623	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
86	87	0.05441	0.08318	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
87	88	0.41759	0.63836	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
88	89	0.00453	0.00693	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
89	90	0.21423	0.32750	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
90	91	0.30620	0.46808	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
89	92	0.13858	0.21184	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
92	93	0.04597	0.07027	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
92	94	0.08380	0.12810	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
94	95	0.08181	0.12505	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
77	96	0.19725	0.30154	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
96	97	0.23945	0.36604	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
97	98	0.25052	0.38297	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
97	99	0.46016	0.70344	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
99	100	0.44160	0.67506	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
100	101	0.25864	0.39537	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
101	102	0.69325	1.05975	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
76	103	0.29393	0.44932	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
103	104	0.04073	0.06226	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
104	105	0.05277	0.08066	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
105	106	0.54961	0.84017	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
106	107	0.10520	0.16081	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
107	108	0.05506	0.08417	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
107	109	0.43253	0.66120	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
109	110	0.26033	0.39796	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
104	111	0.16071	0.24567	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
111	112	0.19112	0.29216	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
112	113	0.15434	0.23594	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
113	114	0.34359	0.52524	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
114	115	0.23993	0.36677	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
115	116	0.38870	0.59420	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
116	117	0.23515	0.35947	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
117	118	0.09331	0.14264	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
118	119	0.84147	1.28633	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
118	120	0.32119	0.49100	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
120	121	0.48634	0.74346	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
112	122	0.23202	0.35469	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
122	123	0.30445	0.46540	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
123	124	0.41263	0.63078	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
124	125	1.77780	2.71768	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
125	126	0.17157	0.26228	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
126	127	0.67436	1.03088	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
127	128	1.44465	2.20840	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;
128	129	0.16953	0.25916	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	10000.00	1000.00;

%-----  
 [Nsal,Z,Lc,Tr,Is,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal);  
 mulai=cpstime;

```

[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPoka(Nbus,Z,Lo,Tr,Ts,Cap,Beban,Pbase,Zbase,TypSol);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
[Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,SumL,Rr);
disp(' ');
%-----
%Data Objective Function
global Ncap Tlow Tmed Tpea kLow kMed kPca kelow keMed kePca kp;
Ncap=4;
Tlow=3661;
Tmed=3150;
Tpea=1829;
kLow=0.5;
kMed=0.7;
kPca=1.0;
kelow=1.0;
keMed=0.7;
keLow=0.4;
kp=260;
global lamdaV lamdaS lamdaCap;
lamdaV=10000000000;
lamdaS=1000;
lamdaCap=1000000;
global Nbank CapBank costFixed costSwitch;
CapBank=50;
Nbank=8;
costFixed=1.0;
costSwitch=1.3;
global capyear growth;
capyear=5;
growth=0.21;
global Vmin Vmax;
Vmin=0.95;
Vmax=1.05;
%-----
%
%inisial loadlow sebelum penempatan kapasitor
global Plow Pmed Ppca;
[Plow,Pmed,Ppca]=InitLoadlow;
%Parameter Genetic Algorithm
MaxGen=10;
PopSize=10;
Pcross=0.75;
Param=Nbus;
Length=10;
Ka=100000000;
Ncap=4;
global sen;
[sen]=Sensitivitas;
%type capacitor jika fixed type=1 jika switch type=2
disp('PILIH JENIS KAPASITOR');
disp('1 = Fixed 2 = Swiith');
xs=input('PILIHAN = ');
if xs==1
    typecap=1;
elseif xs==2
    typecap=2;
end
[aMin,aAvg,aMx,BestChrom]=Genetic(MaxGen,PopSize,Pcross,...
    Param,Length,Ka,Ncap,typecap);
[fitness]=ObjFuncAkhir(BestChrom);

```



## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Rabu  
Tanggal : 19 Maret 2008

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : DWINANTO HADIPRASTYO
2. NIM : 01.12.063
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20kV DI GI PAKIS PENYULANG TUMPANG

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Dasar pemilihan kapasitas dan tempat	
2.	Kapasitor antara fixed dan switched	
3.	Gambar grafik hasil	

Anggota Penguji

Ir. M. Abdul Hamid, MT  
NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing I

Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP.Y. 1038900209

Dosen Pembimbing II

Ir. Eko Nurcahyo  
NIP. R. 1028700172



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : DWINANTO H.P  
NIM : 0112063.  
Perbaikan meliputi :

- Dasar pemilihan Kapasitas & frekuensi
- Kapasitor antara fixed & switcher
- gambar grafik hasil

Malang,

  
( \_\_\_\_\_ )



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dwinanto Hadiprastyo  
Nim : 01.12.063  
Masa Bimbingan : 29 Desember 2007 s/d 29 juni 2008  
Judul Skripsi : Pemilihan kapasitor fixed dan switched yang optimal dengan menggunakan metode Genetic Algorithm pada sistem distribusi 20kv Di Penyulang GI Pakis

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	14/01/08	Konsultasi bab I & II	[Signature]
2.	21/01/08	Revisi latar blk & tujuan	[Signature]
3.	28/01/08	Tambahkan teori program	[Signature]
4.	14/02/08	Tambahkan teori kapasitor	[Signature]
5.	20/02/08	Sesuaikan antara tujuan & kesimpulan	[Signature]
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,  
Dosen Pembimbing I

**Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
Nip. Y. 1038900209

Form. S-4b



### FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dwinanto Hadiprastyo  
Nim : 01.12.063  
Masa Bimbingan : 29 Desember 2007 s/d 29 Juni 2008  
Judul Skripsi : Pemilihan kapasitor fixed dan switched yang optimal dengan menggunakan metode Genetic Algorithm pada sistem distribusi 20kv Di Penyulang GI Pakis

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	14/01/08	Konsultasi bab I	
2.	21/01/08	Revisi abstrak	
3.	29/01/08	Revisi bab II dan III	
4.	01/02/08	Perubahan fig dan surf	
5.	07/02/08	Tujuan Program	
6.	09/02/08	Revisi latar belakang.	
7.	10/02/08	Revisi tujuan	
8.	14/02/08	Tambahkan teori ditandaya.	
9.	18/02/08	Sesuaikan tujuan dan kemup	
10.	21/02/08	Perbaiki kesimpulan.	

Malang,  
Dosen Pembimbing II

Ir. Eko Nurcahyo  
NIP. K. 1028700172



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa /i :

Nama : Dwinanto Hadiprastyo

Nim : 01.12.063

Semester : 13 ( Tiga belas )

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Energi Listrik

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

**PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG OPTIMAL  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA  
SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG GI PAKIS**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, September 2007

Kami yang Membuat pernyataan,

**Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
NIP. Y. 1038900209

Catatan

Setelah disetujui agar formulir ini  
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan  
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.  
\*) Coret yang tidak perlu



Lampiran : 1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth. Bapak **Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang  
**MALANG**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwinanto Hadiprastyo  
Nim : 01.12.063  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

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

**PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG GI PAKIS**


Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.  
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, September 2007

Ketua  
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Hormat Kami

  
**Dwinanto Hadiprastyo**  
NIM. 01.12.063

\*) coret yang tidak perlu





Form S-3a





## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika\*)

1.	Nama Mahasiswa: <b>PWINANTO HADIPRASYO</b>	Nim: <b>0112063</b>
2.	Keterangan	Tanggal <b>20</b>
	Pelaksanaan	Waktu <b>08.00</b> Tempat <b>Ruang:</b>
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya .....
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<b>PEMILIHAN KAPASITOR FIXED DAN SWITCHED YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PENTULANG SI PAKIS</b>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian:	..... ..... .....
6.	Catatan:	<b>Dipelajari masalah fixed &amp; switched capacitor</b> ..... .....
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II
		
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
		
	<b>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</b> NIP. P. 1039500274	<b>Ir. Tebri Herbasuki, MT</b>

Perhatian:



1. Keterangan: \*) Coret yang tidak perlu

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



## LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika\*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>DWINANTO HADI.P</u>	Nim: <u>0112068</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: _____ Bulan: <u>08</u> Tahun: <u>2009</u>
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)	
	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya .....
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*)  <u>Ir. Teguh Herbasuki, MT</u>	Ketua Jurusan  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>PEMILIHAN KAPASITOR FIXED DAN SWITCHED YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE GENETIK ALGO RITHM PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG 6) PAKIS</u>
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	..... ..... .....
Catatan: ..... ..... .....		
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui Desen <span style="float: right;">200</span> 

**Perhatian:**

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: \*) Coret yang tidak perlu  
\*\*) dilingkari a, b, c, ..... atau g sesuai bidang keahlian



Lampiran : 1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth. Bapak **Ir. Eko Nurcahyo**  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang  
**MALANG**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwinanto Hadiprastyo  
Nim : 01.12.063  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

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

**PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG GIPAKIS**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.  
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, September 2007

Ketua  
Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP. 1039500274

Hormat Kami,

Dwinanto Hadiprastyo  
NIM. 01.12.063

\*) coret yang tidak perlu

Form S-3a



## PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

---

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Dwinanto Hadiprastyo

Nim : 01.12.063

Semester : 13 ( Tiga belas )

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Energi Listrik

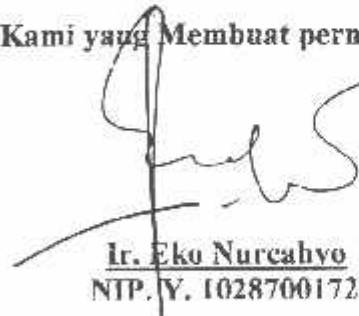
Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia \*) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**PEMILIHAN KAPASITOR *FIXED* DAN *SWITCHED* YANG OPTIMAL  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* PADA  
SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG GI PAKIS**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, September 2007

Kami yang Membuat pernyataan,



**Ir. Eko Nurcahyo**  
NIP. V. 1028700172

Catatan

Setelah disetujui agar formulir ini  
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan  
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.  
\*) Coret yang tidak perlu

Form S-3b

☎ 0341 - 326034 ( Hunting )  
☎ 211

Facsimile : 0341 - 362046

nomor : **2062 /330/APJ-MLG/2007**  
Surat Sdr.No : **ITN-378/III.TA-2/2 /2007**  
lampiran : -  
Perihal : **Ijin Survey**

Malang, **11** Desember 2007

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

Dengan Hormat,

Menindaklanjuti surat saudara ITN-378/III.TA-2/2/2007 Tanggal 1 Desember 2007 perihal tersebut di atas, maka dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan mahasiswa saudara atas nama :

**Dwianto Hadi P**

**Nim : 01.12.063**

Untuk melaksanakan Survey di PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 12 Desember 2007 sampai dengan 12 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.

  
**ASMAN SDM & ADMINISTRASI**  
**DISAMPUNG**  
**JAWA TIMUR**  
**ABDURACHMAN SHODIQ, SH. ST. M. Kn**

Tembusan:

1. SPV. Terkait
2. Manajer UP, UJ & UPI. Terkait



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

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

NI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 1 Februari 2008

Nomor : ITN-068/I.TA/2/2008  
Lampiran : -  
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**  
Kepada : Yth. Sdr. Ir. **EKO NURCAHYO**

Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

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

Nama : DWINANTO HADIPRASTYO  
Nim : 0112063  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : 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:

29 Desember 2007 s/d 29 Mei 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

UNTUK MAHASISWA

**SURAT PUAS TUGAS / PRAKTIKUM**

Nomor : ITN 222/SKR/S1/III / SPT / 200 8

Venerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : DWINANTO HADI P NIM : 0112063

Jurusan : Teknik ENERGI LIST. S1

Angkatan : 2001 (.....)


Telah menyelesaikan tugas : SKRIPSI

Semester : 8 (.....)

Dengan Hasil : 85 (DELAPAN PULUH LIMA)

Malang, 14-03-2008

Dosen / Asisten ybs.

  
(TEGUH.H)