

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



**REKONFIGURASI JARINGAN UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA  
MENGUNAKAN METODE *BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA)*  
PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV G.I. BANGIL**

**SKRIPSI**

***Disusun Oleh :***

**AGUSTO TRI HARDIANSYAH  
05.12.016**

**Agustus 2010**

REPUBLIC OF INDONESIA  
DEPARTMENT OF ELECTRICITY  
AND POWER  
GENERAL DIRECTORATE OF ELECTRICITY  
AND POWER

REPUBLIC OF INDONESIA  
DEPARTMENT OF ELECTRICITY  
AND POWER  
GENERAL DIRECTORATE OF ELECTRICITY  
AND POWER

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

SAHABUDIN  
0102010101

2010

LEMBAR PERSETUJUAN

REKONFIGURASI JARINGAN UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA  
MENGUNAKAN METODE *BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA)*  
PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV G.I. BANGIL

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

AGUSTO TRI HARDIANSYAH

05.12.016

Diperiksa dan disetujui,  
Dosen Pembimbing I

Diperiksa dan disetujui,  
Dosen Pembimbing II



Ir. CHOIRUL SALEH, MT

NIP. Y. 1018800190



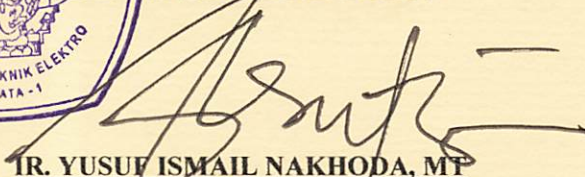
Ir. H. TAUFIK HIDAYAT, MT

NIP.Y. 1018700151



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



IR. YUSUF ISMAIL NAKHODA, MT

NIP.Y. 1018800189

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

## A B S T R A K S I

### **REKONFIGURASI JARINGAN UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGUNAKAN METODE *BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA)* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV G.I. BANGIL**

( AGUSTO TRI HARDIANSYAH, Nim 05.12.016, Teknik Elektro/T.Energi Listrik S-1 )

( Dosen Pembimbing I : Ir. Choirul Saleh, MT )

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

Pembangunan dan perkembangan teknologi yang pesat memberikan dampak yang cukup besar pada kebutuhan dan pola konsumsi masyarakat akan energi listrik. Keadaan tersebut berpengaruh pada pola dan sistem penyediaan energi listrik di gardu induk, terutama pada penyediaan tenaga dan pengaturan pendistribusian energi listrik agar didapat suatu sistem yang baik tanpa merugikan penyedia energi listrik (*produsen*) dan pemakai energi listrik (*konsumen*). Panjangnya jaringan listrik mengakibatkan perbedaan tegangan antara sisi kirim dan sisi terima menjadi berbeda. Semakin panjang jaringan, maka perbedaan tegangan akan semakin besar karena pengaruh rugi-rugi (*losses*) pada jaringan tersebut. Untuk itu, perlu dilakukan suatu alternatif untuk mengurangi adanya rugi-rugi daya. Alternatif yang sering dipakai untuk mengurangi rugi-rugi adalah dengan melakukan rekonfigurasi jaringan. Pada penelitian ini digunakan metode Breeder Algoritma Genetika (BGA) untuk memperoleh status switch yang baru pada jaringan distribusi 20 kV G.I. Bangil guna mereduksi rugi – rugi daya yang terjadi. Hasil analisis menggunakan BGA menunjukkan konfigurasi baru yang optimal dengan rugi – rugi daya terendah.

**Kata Kunci** : *Breeder Genetic Algorithm (BGA), Rekonfigurasi jaring distribusi.*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, “**REKONFIGURASI JARINGAN UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN METODE *BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA)* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV G.I. BANGIL**”.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa ITN Malang guna menyelesaikan 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. Ayahku Suharmanto, SE, ST dan Ibuku Widyastuti tercinta.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku rektor ITN Malang
3. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Bapak Yusuf Ismail Nakhoda, ST. MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
6. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT, selaku bapak dan dosen pembimbing I.
7. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT, selaku bapak dosen pembimbing II.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

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

Malang, Agustus 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman:</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAKSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xiii</b>
<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 TENAGA LISTRIK</b>	
2.1. Sistem Distribusi .....	6
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	9
2.2.1. Struktur Jaringan Distribusi Radial .....	9
2.2.1.1. Sistem Radial Tipe Pohon.....	10

2.2.1.2. Sistem Radial dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah.....	11
2.2.1.3. Sistem Radial dengan Beban Terpusat.....	12
2.2.1.4. Sistem Radial dengan Pembagian Daerah Phasa ( <i>Phase Area</i> ) .....	13
2.2.2. Struktur Jaringan <i>Loop</i> .....	14
2.2.3. Struktur Jaringan <i>Mesh</i> .....	15
2.3. Daya pada Sistem Distribusi .....	17
2.3.1. Daya Aktif ( <i>Active Power</i> ).....	17
2.3.2. Daya Reaktif ( <i>Reactive Power</i> ).....	17
2.3.3. Daya Semu ( <i>Apparent Power</i> ) .....	18
2.4. Faktor Daya.....	18
2.5. Rugi – Rugi Daya Saluran Distribusi.....	20
2.6. Minimalisasi Rugi Daya pada Sistem Distribusi .....	20

### **BAB III METODE REKONFIGURASI**

3.1. Analisa Aliran Daya.....	23
3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya .....	24
3.3. Sistem Per-Unit .....	24
3.4. Klasifikasi Bus .....	25
3.4.1. Bus Beban ( <i>Load Bus</i> ). .....	26
3.4.2. Bus Generator ( <i>Generator Bus</i> ). .....	26
3.4.3. Bus Referensi ( <i>Slack Bus</i> ). .....	26
3.5. Metode <i>Newton Raphson</i> . .....	27



3.5.1.	Algoritma Aliran Daya <i>Newton Raphson</i> .	29
3.5.1.1.	Diagram Alir Aliran Daya <i>Newton Raphson</i> .	31
3.6.	Metode Rekonfigurasi Jaringan.	32
3.7.	Metode Algoritma Genetika.....	33
3.7.1.	Istilah – Istilah Algoritma Genetika.....	34
3.7.2.	Komponen – Komponen Utama pada Algoritma Genetika ....	37
3.7.2.1	Teknik Penyandian.....	37
3.7.2.2	Prosedur Inisialisasi .....	38
3.7.2.3	Fungsi Evaluasi .....	39
3.7.2.4	Seleksi .....	39
3.7.2.5	Operator Genetika .....	40
3.8.	<i>Breeder Genetic Algorithm (BGA)</i> .....	42
3.8.1.	<i>Flowchart</i> Metode <i>Breeder Genetic Algorithm</i> .....	44

**BAB IV ANALISA REKONFIGURASI JARINGAN DENGAN PROGRAM MENGGUNAKAN METODE *BREEDER GENETIC ALGORITHM* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER TRAF0 II DI G.I. BANGIL**

4.1.	Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV G.I. Bangil pada Trafo II	45
4.1.1.	Menentukan <i>Single Line Diagram</i> menggunakan <i>Software</i> ETAP	45
7.0.4	.....	45
4.1.2.	<i>Single Line Diagram</i> G.I. Bangil .....	51
4.2.	Inputan Data.....	52

4.2.1.	Data Pembebanan.....	53
4.2.2.	Data Saluran.....	55
4.3.	<i>Flowchart</i> Penyelesaian Masalah.....	59
4.3.1.	Algoritma <i>Flowchart</i> Penyelesaian Masalah .....	60
4.4.	Analisa Menggunakan Matlab 7.1 .....	61
4.4.1.	Inputan Data Pembebanan.....	61
4.4.2.	Inputan Data Saluran.....	62
4.5.	Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode <i>Newton Raphson</i> .....	63
4.5.1.	Hasil Tegangan dan Sudut Fasa tiap <i>Bus</i> Sebelum Rekonfigurasi .....	63
4.5.2.	Hasil Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi.....	66
4.5.3.	Hasil Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi .....	67
4.6.	Analisis Konfigurasi Jaringan dengan Menggunakan Metode <i>Breeder Genetic Algorithm (BGA)</i> .....	69
4.6.1.	Pembangkitan Populasi Awal .....	70
4.6.2.	Fungsi Evaluasi (Fungsi Kebugaran - <i>Fitness</i> ) .....	70
4.6.3.	Operator Genetika .....	71
4.6.4.	Metode <i>Breeder Genetic Algorithm (BGA)</i> .....	71
4.7.	Hasil Analisis Posisi <i>Open Switch</i> dalam Konfigurasi Jaringan dengan Menggunakan Metode <i>Breeder Genetic Algorithm</i> ....	72

4.8.	Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode <i>Newton Raphson</i> setelah Rekonfigurasi .....	75
4.8.1.	Hasil Tegangan dan Sudut Fasa Setelah Rekonfigurasi.....	75
4.8.2.	Hasil Aliran Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi.....	78
4.8.3.	Hasil Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi .....	79
4.9.	Perbandingan Rugi – Rugi Daya sebelum dan Sesudah rekonfigurasi .....	81

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1.	Kesimpulan .....	83
------	------------------	----

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman :
2-1. Skema Pusat Listrik yang Dihubungkan Melalui Saluran Transmisi ke G.I .....	6
2-2. Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan .....	8
2-3. Jaringan Distribusi Radial Tipe Pohon .....	11
2-4. Jaringan Distribusi Radial dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah .....	12
2-5. Sistem Radial dengan Beban Terpusat.....	13
2-6. Sistem Radial dengan Pembagian Daerah Fasa ( <i>Phase Area</i> ) .....	14
2-7. Struktur Jaringan <i>Loop</i> .....	15
2-8. Struktur Jaringan <i>Mesh</i> .....	16
2-9. Hubungan Segitiga Daya.....	19
2-10. Contoh Kondisi Gangguan pada system Distribusi Radial .....	21
3-1. Diagram Alir Aliran Daya <i>Newton Raphson</i> .....	31
3-2. Diagram Skematik tipe <i>NC Switch</i> dan <i>NO Switch</i> .....	32
3-3. Representasi <i>String Bit</i> .....	38
3-4. Ilustrasi Operator dengan <i>One Point Crossover</i> .....	40
3-5. Ilustrasi Operator dengan <i>Two Point Crossover</i> .....	41
3-6. Ilustrasi Operator dengan <i>Uniform Crossover</i> . .....	41
3-7. <i>Flowchart Breeder Genetic Algorithm</i> .....	44
4-1. <i>Single Line Diagram</i> G.I Bangil .....	47

4-2.	Tampilan Pengisian Inputan Data Kapasitas Trafo pada <i>Software</i> ETAP 7.0.4 .....	48
4-3.	Tampilan Pengisian Inputan Data Beban Tiap Trafo pada <i>Software</i> ETAP 7.0.4.....	49
4-4.	Tampilan Hasil Perhitungan Aliran Daya untuk Nilai P dan Q pada tiap – tiap Trafo Beban pada <i>Software</i> ETAP 7.0.4 .....	50
4-5.	Konfigurasi Jaringan Radial dari <i>Single Line Diagram</i> G.I Bangil .....	51
4-6.	<i>Flowchart</i> Penyelesaian Masalah.....	59
4-7.	Tampilan Inputan Data Pembebanan .....	61
4-8.	Tampilan Inputan Data Saluran .....	62
4-9.	Tampilan Hasil Nilai Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus Sebelum Rekonfigurasi .....	63
4-10.	Tampilan Hasil Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi .....	66
4-11.	Tampilan Hasil Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi .. .....	67
4-12.	Tampilan Hasil Analisis Posisi <i>Open Switch</i> Dalam Konfigurasi Jaringan Dengan Menggunakan Metode <i>Breeder Genetic Algorithm</i> .....	72
4-13.	Konfigurasi Jaringan Radial Setelah Rekonfigurasi .....	73
4-14.	Tampilan Hasil Nilai Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus Setelah Rekonfigurasi .....	75
4-15.	Hasil Aliran Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi .....	78
4-16.	Tampilan Hasil Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi .... .....	79

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel :</b>	<b>Halaman :</b>
3-1 Istilah yang Digunakan dalam Algoritma Genetika.....	35
4-1 Data Pembebanan Tiap Bus .....	53
4-2 Data Pengahantar dan Jarak Saluran .....	55
4-3 Hasil Perhitungan Saluran G.I. Bangil.....	57
4-4. Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus pada G.I Bangil Sebelum Rekonfigurasi .....	64
4-5. Rugi – Rugi Daya Antar Saluran .....	68
4-6. Perbandingan Posisi <i>Open Switch</i> Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi . .....	74
4-7. Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus Setelah Rekonfigurasi.....	76
4-8. Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi .....	80
4-9. Perbandingan Rugi – Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi.....	82

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik :</b>	<b>Halaman :</b>
4-1 Perbandingan Rugi – Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi.....	82

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan dan perkembangan teknologi yang pesat memberikan dampak yang cukup besar pada kebutuhan dan pola konsumsi masyarakat akan energi listrik. Keadaan tersebut berpengaruh pada pola dan sistem penyediaan energi listrik di gardu induk, terutama pada penyediaan tenaga dan pengaturan pendistribusian energi listrik agar didapat suatu sistem yang baik tanpa merugikan penyedia energi listrik (*produsen*) dan pemakai energi listrik (*konsumen*).

Panjangnya jaringan listrik mengakibatkan perbedaan tegangan antara sisi kirim dan sisi terima menjadi berbeda. Semakin panjang jaringan, maka perbedaan tegangan akan semakin besar karena pengaruh rugi-rugi (*losses*) pada jaringan tersebut. Turunnya tegangan sering terjadi pada sistem tenaga listrik yang kapasitasnya terbatas, bahkan melampaui batas-batas toleransi.<sup>[1]</sup>

Sistem distribusi biasanya terdiri dari beberapa penyulang dengan sistem jaring radial dimana antara penyulang yang satu dengan penyulang yang lain dapat dihubungkan dengan *switch - switch* yang dipasang pada penyulang-penyulang tersebut.<sup>[1]</sup> Dalam operasi sistem tenaga listrik, rekonfigurasi bertujuan untuk mengurangi *losses*, sehingga kualitas tegangan listrik menjadi lebih baik. Rekonfigurasi jaringan dapat memperbaiki struktur jaringan dari penyulang-penyulang dengan mengubah status buka/tutup *switch* dari *switch - switch* yang ada pada penyulang. Permasalahan tersebut menjadi perhatian utama khususnya dalam sistem distribusi 20 kV di gardu induk Bangil. Permasalahan yang muncul



pada penyaluran tenaga listrik yang menggunakan jaringan radial adalah terlalu panjangnya saluran yang digunakan sehingga menyebabkan terjadinya rugi-rugi daya dan kecenderungan tegangan-tegangan pada *bus-bus* tertentu tidak memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu antara -5% sampai +5% ( $0.95 \leq V_{bus} \leq 1.05$ ).<sup>[1]</sup> Dimana, pada gardu indu Bangil ini terjadi jatuh tegangan pada beberapa *bus* yaitu sebesar 0.87 p.u dan terjadinya rugi- rugi daya. Untuk itu, perlu dilakukan suatu alternatif untuk mengurangi adanya rugi-rugi daya. Alternatif yang sering dipakai untuk mengurangi rugi-rugi adalah dengan melakukan rekonfigurasi jaringan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Pada sistem distribusi yang besar dan kompleks, serta dengan bertambah luasnya beban pada jaringan distribusi maka akan timbul masalah bagaimana cara mereduksi rugi-rugi daya?

Dari permasalahan di atas maka judul skripsi ini adalah :

**” REKONFIGURASI JARINGAN  
UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA  
MENGUNAKAN METODE *BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA)*  
PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV G.I. BANGIL ”**

### 1.3. Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan di atas, maka skripsi ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi *switch* yang paling optimal untuk meminimalkan rugi-rugi daya pada beban puncak yang timbul pada jaringan distribusi.

### 1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan sesuai dengan tujuan, maka pembahasan skripsi dibatasi hal-hal berikut :

- Hanya membahas rekonfigurasi jaringan distribusi untuk meminimalisasi rugi-rugi daya.
- Beban diasumsikan sebagai beban tiga fasa seimbang.
- Tidak membahas jenis dan penyebab terjadinya gangguan.
- Tidak membahas pengontrolan switching yang dilakukan.
- Data dan acuan di ambil dari PT. PLN (*Persero*) Distribusi Jawa Timur pada trafo II G.I. Bangil-Pasuruan.
- Analisa hanya dilakukan pada kondisi beban puncak pada kondisi operasi normal.
- Analisa penempatan optimal *switch* menggunakan metode *Breeder Genetic Algorithm* menggunakan *software MATLAB 7.1*.

## **1.5. Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

### **1. Studi literatur**

Yaitu kajian pustaka yang mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang telah ada, yang berhubungan dengan permasalahan.

### **2. Pengumpulan data**

Pengumpulan data yang dipakai dalam objek penelitian yakni data jaringan distribusi dari PT. PLN (*Persero*) Distribusi Jawa Timur pada trafo II G.I. Bangil-Pasuruan.

### **3. Merancang perangkat lunak (*software*) dengan menggunakan metode *Breeder Genetic Algorithm (BGA)*.**

### **4. Simulasi dan pembahasan masalah**

Simulasi dan pembahasan masalah dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

### **5. Menarik kesimpulan.**

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi penguraian tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, Sistematika Penulisan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Menjelaskan tentang sistem distribusi tenaga listrik terutama sistem distribusi bertegangan AC yang mempunyai tipe-tipe saluran daya tertentu menurut kebutuhan bebannya.

### **BAB III : TEORI REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI**

Pada bab ini akan di bahas pengenalan awal rekonfigurasi jaringan dalam upaya mereduksi rugi-rugi daya pada sistem distribusi radial dan teori mengenai metode yang digunakan.

### **BAB IV : ANALISA REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI**

Bab ini memuat pembahasan mengenai permasalahan rekonfigurasi jaringan dengan menggunakan metode *Breeder Genetic Algorithm (BGA)* dan hasil simulasinya.

### **BAB V : KESIMPULAN**

Merupakan bab terakhir yang memuat inti sari dari hasil pembahasan analisa, berisikan kesimpulan dan saran.

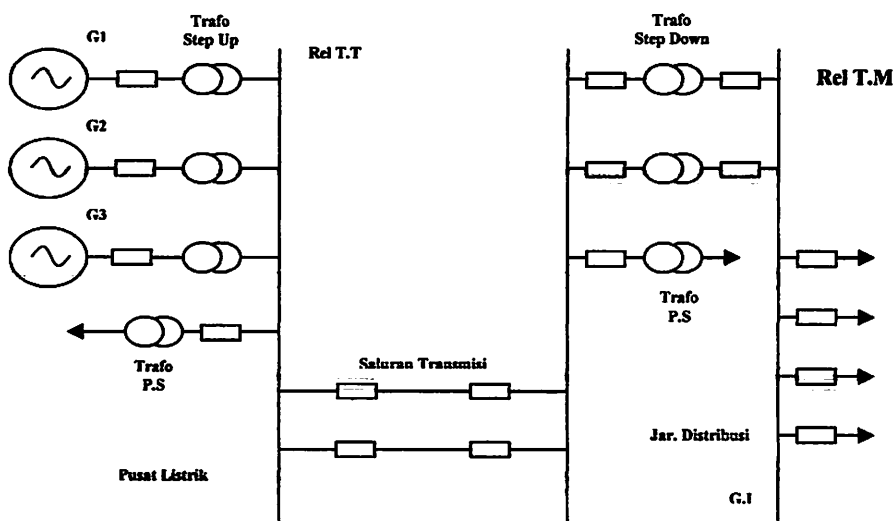
## BAB II

### SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

#### 2.1. Sistem Distribusi <sup>[2]</sup>

Sistem tenaga listrik merupakan sistem terpadu yang terbentuk oleh hubungan-hubungan peralatan dan komponen-komponen tenaga listrik seperti generator, transformator, jaringan tenaga listrik beserta bebannya. Peranan utama dari sistem tenaga listrik adalah menyalurkan energi yang dibangkitkan oleh generator ke konsumen-konsumen yang membutuhkan energi listrik tersebut.

Kedudukan sistem tenaga listrik dari keseluruhan sistem tenaga listrik secara umum dapat dilihat pada gambar 2.1. Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa kedudukan sistem distribusi merupakan bagian paling akhir dari keseluruhan sistem tenaga listrik yang mempunyai fungsi mendistribusikan langsung tenaga listrik ke beban atau ke konsumen yang membutuhkan.



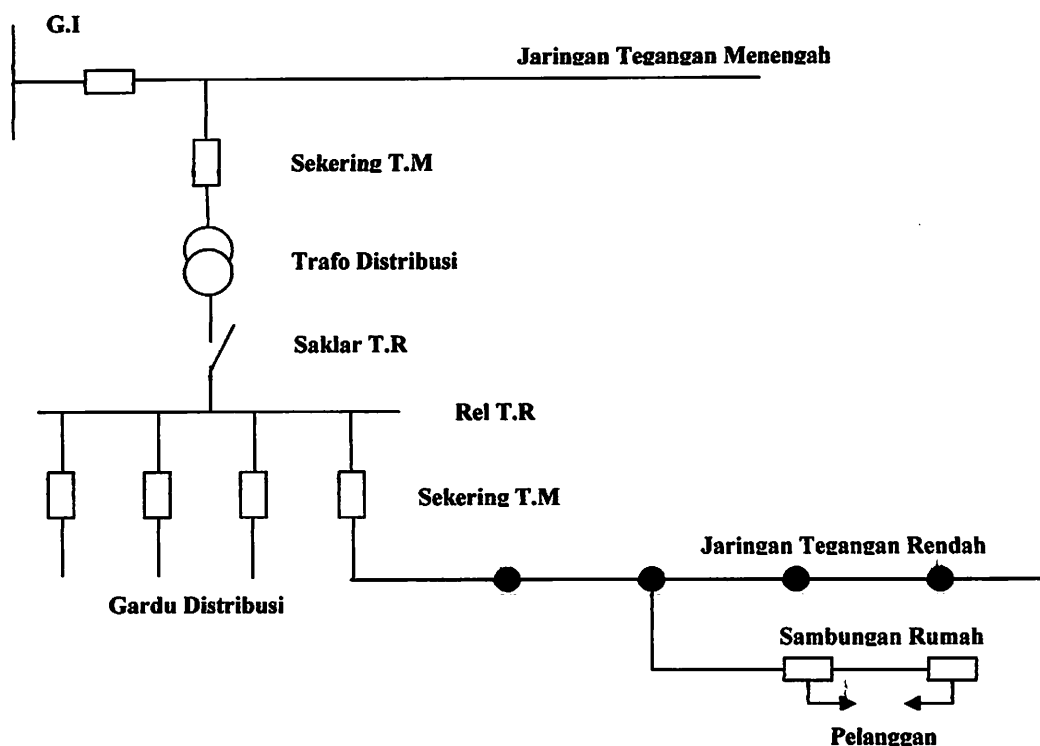
**Gambar 2-1**

***Skema pusat listrik yang dihubungkan melalui saluran transmisi ke G.I***

- Keterangan :** G = Generator
- P.S = Pemakaian Sendiri
- T.T = Tegangan Tinggi
- T.M = Tegangan Menengah

Berdasarkan sistem di atas, fungsi dari masing-masing sub sistem dapat di perjelas sebagai berikut :

- Pembangkitan berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga sebagai prodaktor energi listrik.
- Sistem transmisi berfungsi sebagai penyalur daya listrik secara besar-besaran dari pembangkit ke bagian distribusi konsumen.
- Sistem distribusi berperan sebagai distribusi energi ke konsumen-konsumen yang membutuhkan energi tersebut.



**Gambar 2-2**

***Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan***

Jaringan setelah keluar dari G.I biasa disebut jaringan distribusi. Jaringan distribusi dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian sistem, yaitu :

1. Sistem distribusi primer atau sistem distribusi tegangan menengah
2. Sistem distribusi sekunder atau sistem distribusi tegangan rendah

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

## **2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik**

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

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

### **2.2.1. Struktur Jaringan Distribusi Radial <sup>[3]</sup>**

Struktur jaringan radial merupakan struktur jaringan yang paling sederhana dan paling murah biaya pembangunannya. Namun kualitas pelayanan dayanya relatif jelek, karena rugi tegangan dan rugi daya yang terjadi pada saluran relatif besar. Kualitas dayanya juga tidak terjamin, sebab antara titik sumber dengan titik beban hanya ada satu alternatif saluran sehingga bila saluran tersebut mengalami gangguan, maka seluruh rangkaian sesudah titik gangguan akan mengalami pemadaman secara total.

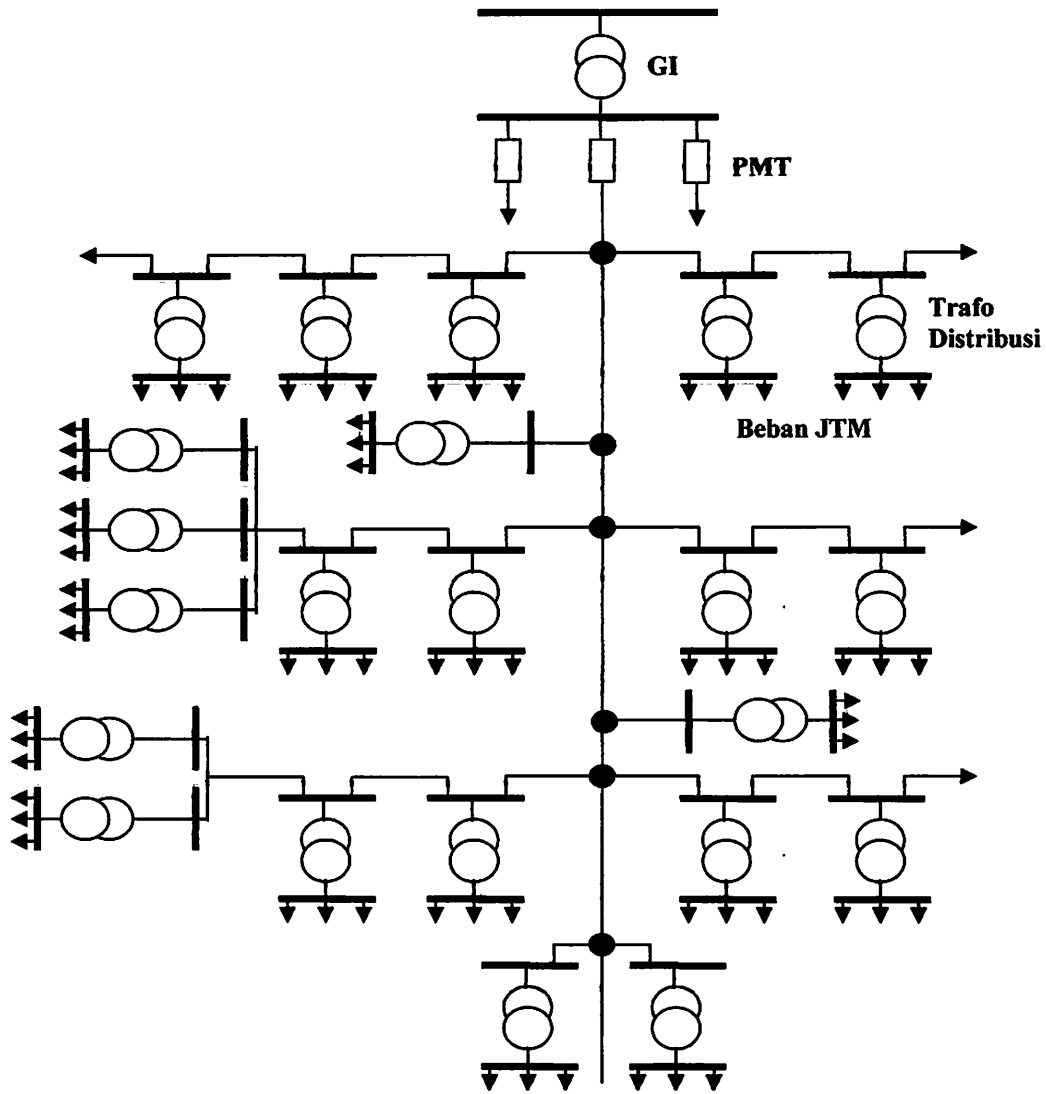
Untuk melokalisir gangguan, pada bentuk radial ini biasanya dilengkapi dengan peralatan pengaman berupa *fuse*, *sectionalizer*, *recloser*, atau alat pemutus lainnya tetapi fungsinya hanya membatasi daerah yang mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran sesudah/di belakang titik gangguan, selama gangguan belum teratasi. Jaringan distribusi radial ini memiliki beberapa bentuk modifikasi, antara lain :



1. Radial tipe pohon.
2. Radial dengan *tie* dan *switch* pemisah.
3. Radial dengan pusat beban.
4. Radial dengan pembagian daerah fasa (*phase area*).

#### **2.2.1.1. Sistem Radial tipe Pohon**

Sistem radial pohon ini merupakan bentuk yang paling dasar dari sistem jaringan radial. Saluran utama (*main feeder*) ditarik dari suatu gardu induk sesuai dengan kebutuhan kemudian dicabangkan melalui saluran cabang (*lateral feeder*), selanjutnya dicabangkan melalui anak cabang (*sub lateral feeder*). Ukuran dari masing-masing saluran tergantung dari kerapatan arus yang ditanggung. *Main feeder* merupakan saluran yang dialiri arus terbesar, selanjutnya arus mengecil pada tiap cabang tergantung dari besarnya beban.

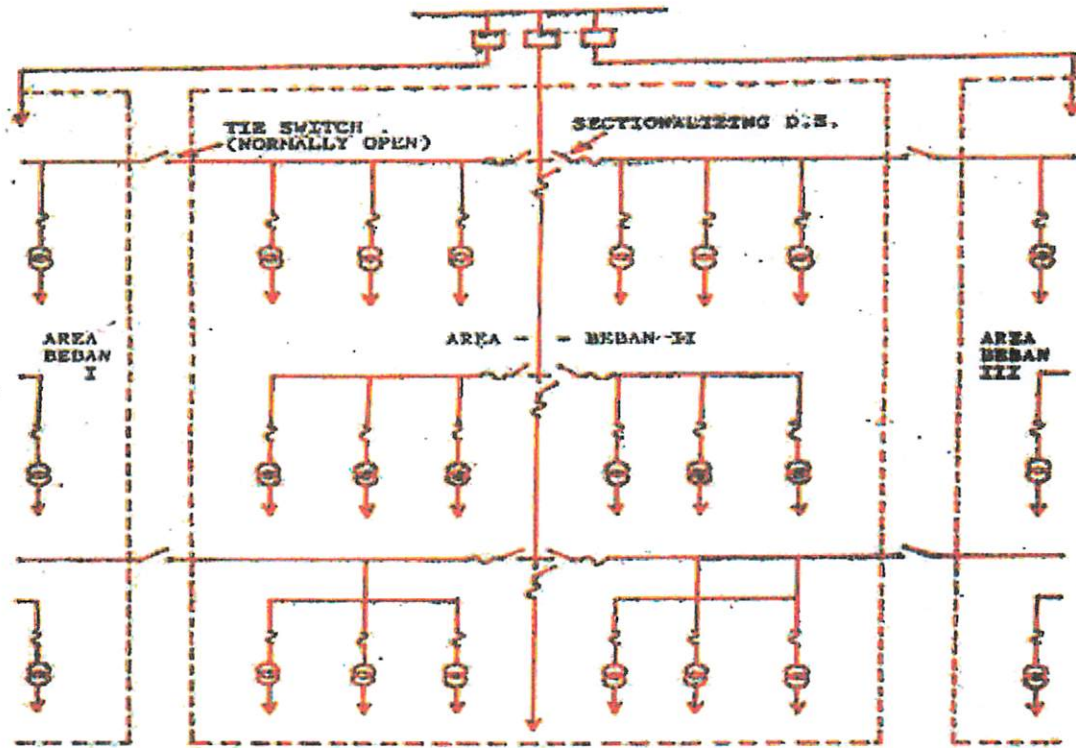


**Gambar 2-3**

***Jaringan Distribusi Radial tipe Pohon<sup>[3]</sup>***

**2.2.1.2. Sistem Radial dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah**

Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon. Untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadinya gangguan, maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang tidak terganggu.

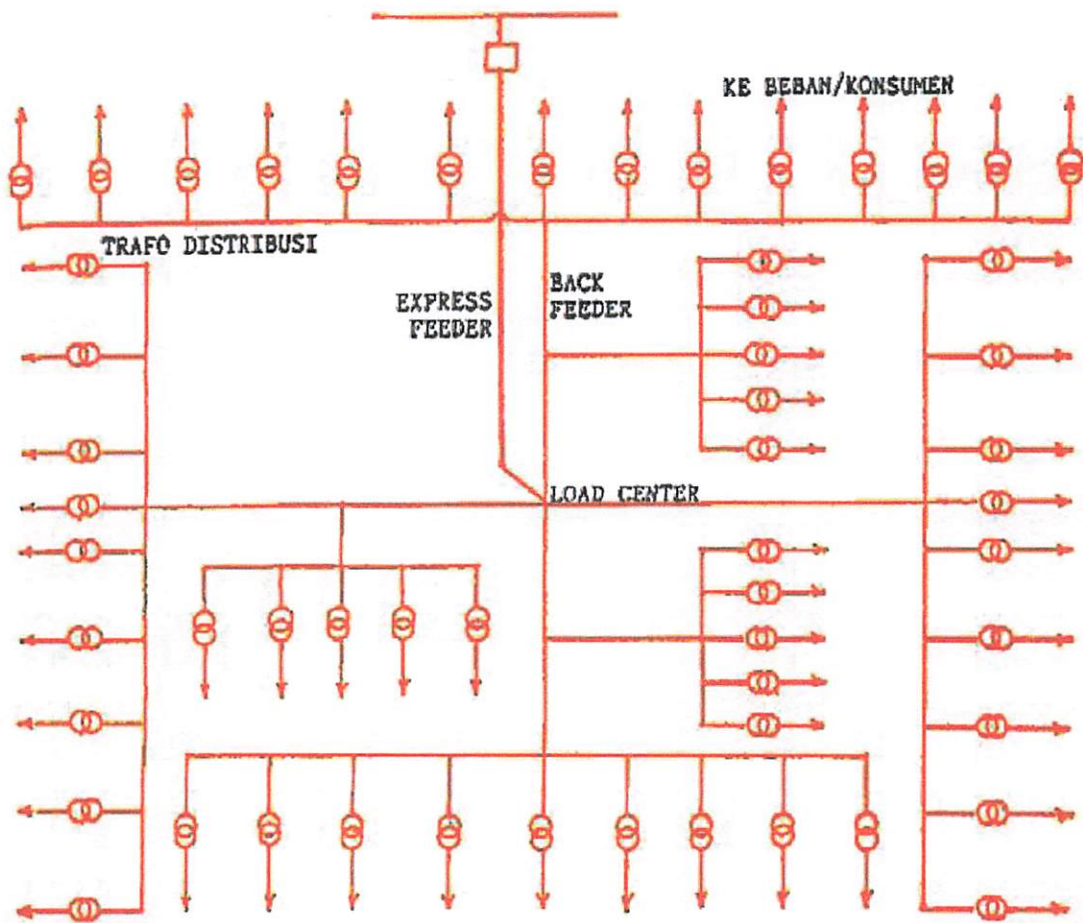


Gambar 2-4

*Jaringan Distribusi Radial dengan Tie dan Switch Pemisah*<sup>[3]</sup>

### 2.2.1.3. 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 kemudian daya disebar dengan menggunakan *back feeder* secara radial.

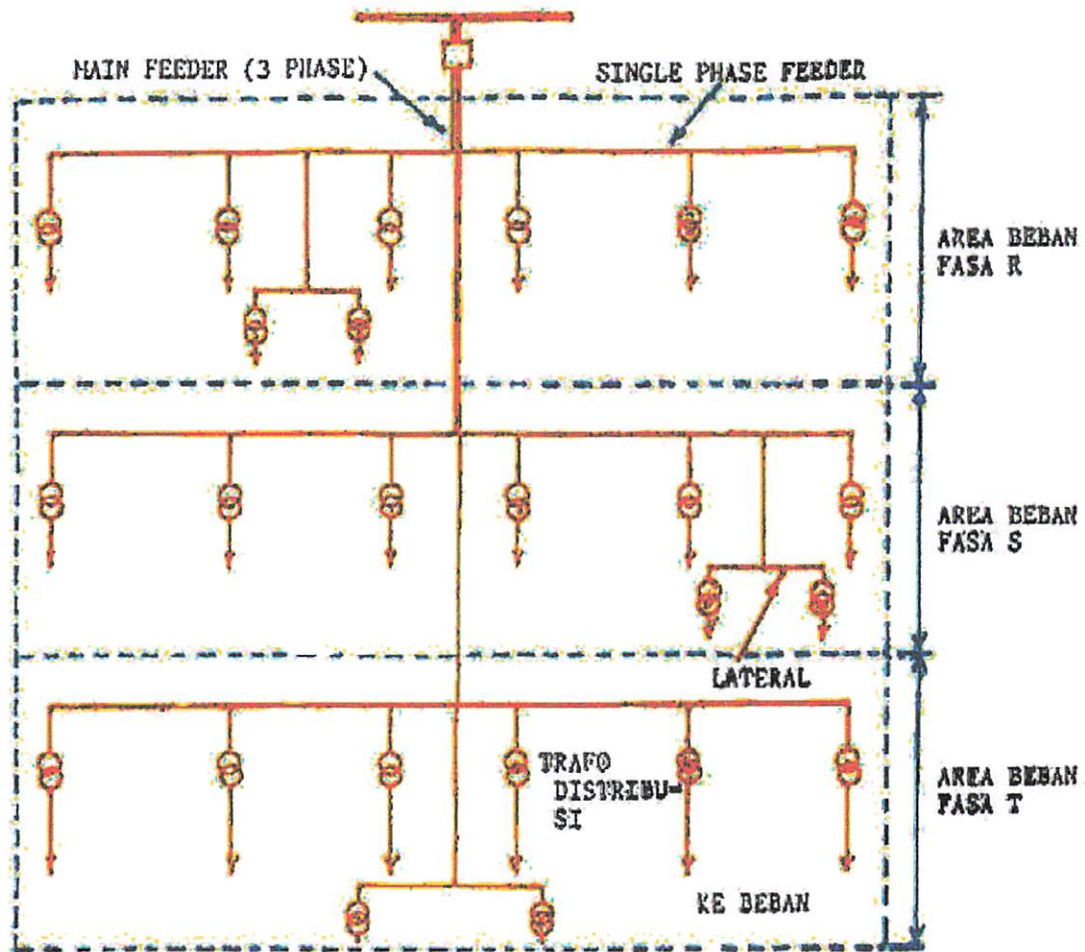


Gambar 2-5

*Sistem Radial dengan Beban Terpusat<sup>13)</sup>*

**2.2.1.4. Sistem Radial dengan Pembagian Daerah Fasa (Phase Area)**

Pada bentuk ini, masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini akan dapat menimbulkan akibat kondisi sistem tiga fasa yang tidak seimbang, bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagian bebannya. Karenanya hanya cocok pada daerah beban yang stabil dan penambahan maupun pembagian bebannya dapat diatur merata dan simetris pada tiap fasanya.

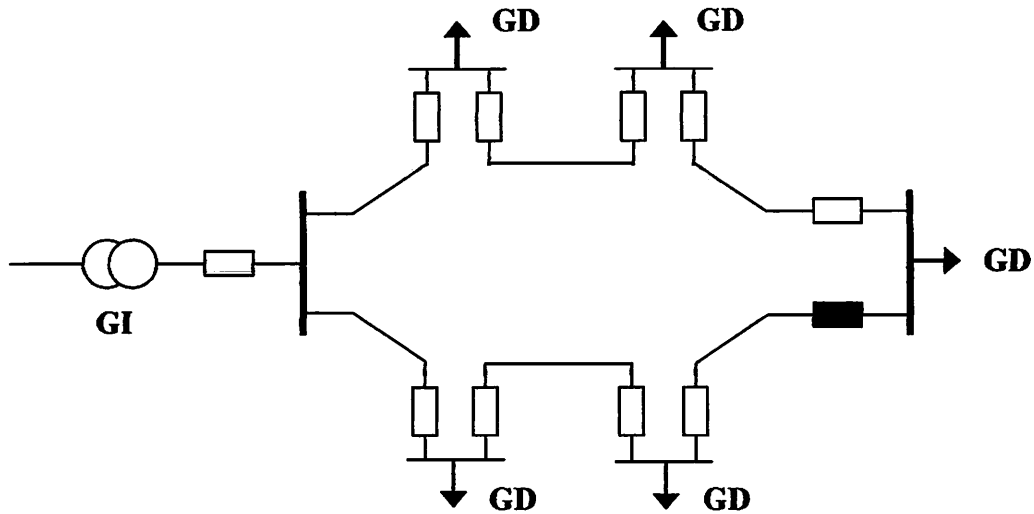


Gambar 2-6

*Sistem Radial dengan Pembagian Daerah Fasa (Phase Area)*<sup>[3]</sup>

### 2.2.2. Struktur Jaringan Loop<sup>[3]</sup>

Struktur jaringan *loop* merupakan gabungan dari dua sistem jaringan radial, dimana pada ujung kedua jaringan dipasang sebuah pemutus (*CB/Circuit Breaker*). Susunan rangkaian penyulang membentuk *ring*, yang memungkinkan titik beban dilayani dari dua arah penyulang sehingga kontinuitas pelayanan menjadi lebih baik. Struktur jaringan ini mempunyai kehandalan yang cukup baik, sehingga biaya pembangunannya relatif lebih mahal dibandingkan dengan biaya pembangunan struktur jaringan radial.



Keterangan :  = *Normally Close*  
 = *Normally Open*  
**GD** = *Gardu Distribusi*

**Gambar 2-7**

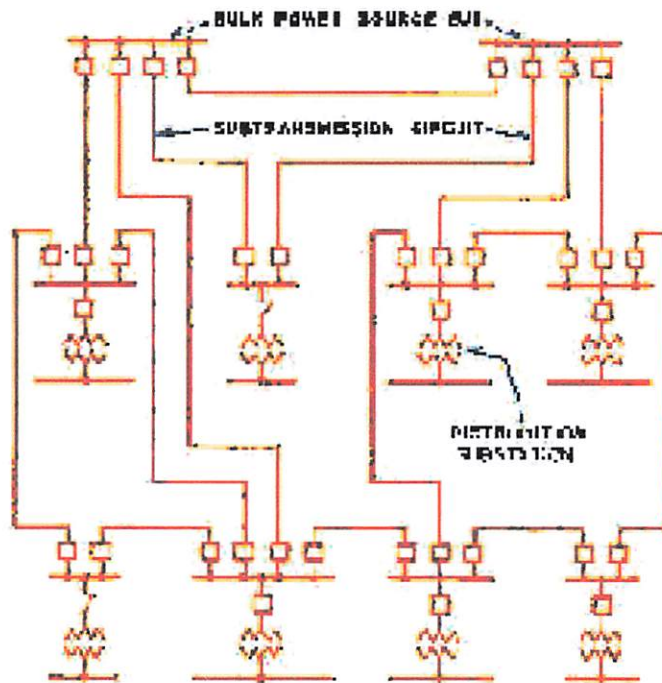
**Struktur jaringan Loop <sup>[3]</sup>**

### 2.2.3. Struktur Jaringan Mesh

Struktur jaringan ini merupakan kombinasi antara struktur jaringan radial dengan struktur jaringan *loop*. Titik beban memiliki lebih banyak alternatif penyulang, sehingga bila salah satu penyulang terganggu maka dengan segera dapat digantikan oleh penyulang lain. Dengan demikian kontinuitas penyaluran daya sangat terjamin. Spesifikasi jaringan ini adalah <sup>[3]</sup> :

- Kontinuitas daya paling terjamin.
- Kualitas tegangannya baik, rugi daya pada saluran amat kecil.
- Dibanding dengan bentuk lain, paling fleksibel dalam mengikuti pertumbuhan dan perkembangan beban.

- Sebelum pelaksanaannya memerlukan koodinasi perencanaan yang teliti dan rumit.
- Memerlukan biaya investasi yang besar (mahal).
- Memerlukan tenaga-tenaga yang terampil dalam pengoperasiannya.



**Gambar 2-8**

**Struktur Jaringan Mesh <sup>[3]</sup>**

### 2.3. Daya pada Sistem Distribusi

Daya merupakan banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan (V) dan arus (I). Satuan daya adalah *watt* (W). Daya yang diserap oleh suatu beban pada setiap saat adalah hasil kali jatuh tegangan sesaat diantara beban dalam *volt* dengan arus sesaat yang mengalir dalam beban tersebut dalam *ampere*.

#### 2.3.1. Daya Aktif (*Active Power*)<sup>[2]</sup>

Daya aktif adalah daya nyata yang dihasilkan suatu jaringan sistem tenaga listrik, Secara umum daya nyata dinyatakan dalam persamaan :

$$P = |V| |I| \cos \theta \dots\dots\dots (2.1)$$

Daya aktif untuk beban 3 fasa seimbang

$$P = \sqrt{3} |V_{jala-jala}| |I_{jala-jala}| \cos \theta \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana : V = Tegangan (*volt*)

: I = Arus (*ampere*)

#### 2.3.2. Daya Reaktif (*Reactive Power*)<sup>[2]</sup>

Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif dalam satuan VAR atau kVar (*Kilo Volt Ampere Reaktif*). Daya reaktif dinyatakan dalam persamaan :

$$Q = |V| |I| \sin \theta \dots\dots\dots (2.3)$$

Daya reaktif untuk beban 3 fasa seimbang :

$$Q = \sqrt{3} |V_{jala-jala}| |I_{jala-jala}| \sin \theta \dots\dots\dots (2.4)$$



Dimana :  $V =$  Tegangan (*volt*)

:  $I =$  Arus (*ampere*)

Daya reaktif ada dua jenis yaitu daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif yang keduanya memiliki tanda berlawanan.

### 2.3.3. Daya Semu (*Apparent Power*)<sup>[2]</sup>

Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif yang memiliki satuan (*kVA*). Selain ketiga daya diatas ada yang dinamakan faktor daya atau *power factor* adalah perbandingan antara daya aktif dan daya semu. Sedangkan hubungan antara ketiga daya dengan faktor daya disebut segitiga daya. Adapun Daya semu dinyatakan dalam persamaan :

$$S = |V| |I| \dots\dots\dots (2.5)$$

Daya semu untuk beban 3 fasa seimbang :

$$S = \sqrt{3} |V| |I| \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :  $V =$  Tegangan (*volt*)

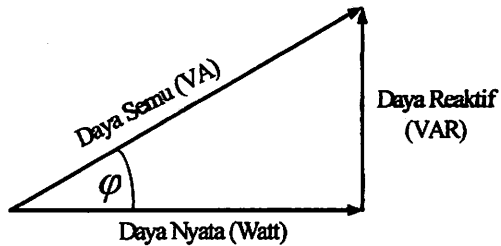
:  $I =$  Arus (*ampere*)

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

Setiap pemakaian daya reaktif akan menyebabkan turunnya faktor daya yang kemudian menyebabkan memburuknya karakteristik kerja peralatal-peralatan sistem pada umumnya, baik dari segi teknik operasional maupun dari segi ekonomisnya. Faktor daya adalah pebandingan antara daya nyata dan daya semu.

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya Nyata (kW)}}{\text{Daya Semu (kVA)}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk daya semu sendiri dibentuk oleh dua komponen daya nyata (*kW*) dan daya reaktif (*kVar*). Hubungan ini dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2-9**

**Hubungan Segitiga Daya**

$$\text{Dengan faktor daya} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : P = Daya Aktif (*kW*)

: Q = Daya Reaktif (*kVar*)

Faktor daya akan mendahului (*leading*) jika arus mendahului tegangan dan akan tertinggal (*lagging*) bila arus terbelakang terhadap tegangan.

## 2.5. Rugi-Rugi Daya Saluran Distribusi <sup>[2]</sup>

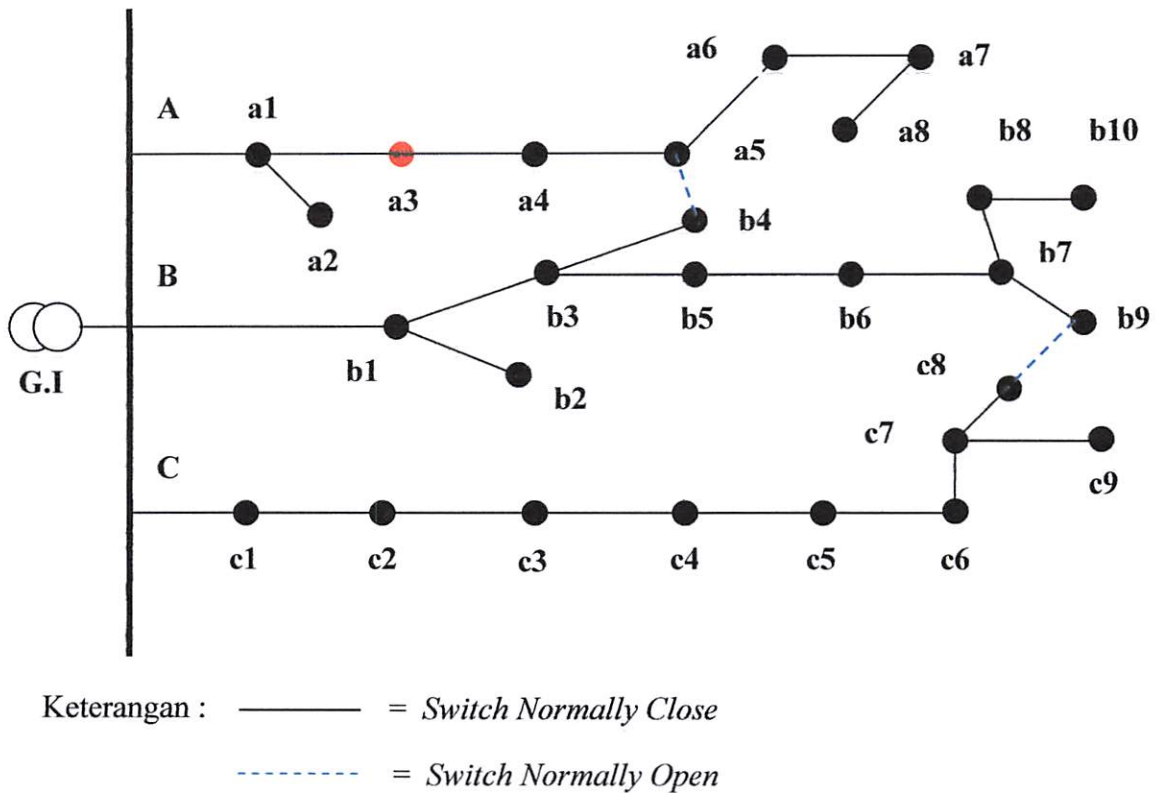
Rugi daya adalah besar daya yang hilang dalam penyaluran daya elektrik. Rugi daya ini terdiri dari rugi daya aktif dan rugi daya reaktif. Rugi-rugi ini dapat terjadi pada komponen-komponen umum pada sistem tenaga listrik seperti rugi daya pada penyulang utama, peralatan saluran dan rugi daya pada trafo distribusi.

$$\text{Rugi - rugi daya} = I^2 \cdot R \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

## 2.6. Minimalisasi Rugi Daya pada Sistem Distribusi

Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa pada kebanyakan sistem distribusi dalam penyaluran tenaga listrik umumnya dioperasikan secara radial. Namun demikian, sistem radial tersebut dioperasikan dengan beberapa *improvisasi*. Biasanya terdapat *tie switch* yang tersedia untuk saling interkoneksi bagi beberapa bus beban (*load bus*) baik dalam satu *feeder* maupun berlainan *feeder*.

Kondisi tersebut sangat diperlukan demi memenuhi persyaratan sebagai suatu sistem yang cukup baik, terutama yaitu dalam hal kontinuitas pelayanan. Hal ini dapat dijelaskan dengan melihat gambar 2.10.



**Gambar 2-10**

***Contoh Kondisi Gangguan pada Sistem Distribusi Radial***

Suatu sistem penyaluran distribusi radial dari gardu induk mempunyai beberapa penyulang (*feeder*) yaitu *feeder* A, B, C. *Feeder* A mempunyai bus beban a1, a2, a3,....., a8. *Feeder* B mempunyai bus beban b1, b2, b3,....., b10. *Feeder* C mempunyai bus beban c1, c2, c3,....., c9. Jika pada *feeder* A terdapat gangguan pada bus a3 sehingga menyebabkan putusnya saluran maka bus setelah bus a3, yaitu bus a5, a6,....., a9 akan mengalami pemadaman total. Oleh karena itu, bus-bus yang mengalami pemadaman total tersebut harus di *supply* dari *feeder* lain. Tanda (-----) menunjukkan bahwa pada saluran terdapat saklar (*switch normally open/NO switch*). Dari gambar dapat terlihat bahwa *NO Switch* terdapat diantara bus a5 pada *feeder* A dengan bus b4 pada *feeder* B. Jika pada

saat terjadi gangguan pada bus a3, maka *NC Switch* antara bus a3-a4 akan terbuka (*open*) dan *NO Switch* antara bus a5-b4 akan menutup (*close*) sehingga demikian bus-bus pada *feeder* A yang mengalami pemadaman total dapat diatasi. Hal yang sama juga dapat dilakukan pada *feeder* B dengan *feeder* C dengan *NO Switch* antara bus b9 dan c8.

Pada kenyataan di lapangan, lokasi dari bus-bus itu sendiri mempunyai lokasi yang tidak sama sehingga akan menggunakan konduktor yang panjangnya tidak sama. Kondisi ini tentunya akan membutuhkan resistansi dan reaktansi saluran yang berbeda-beda pula.

Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu upaya untuk dapat mengurangi kerugian daya yang terjadi. Dalam prakteknya, sebenarnya ada dua macam cara dalam upaya untuk mengurangi/meminimalisasi rugi-rugi daya pada sistem distribusi tenaga listrik, yaitu :

- Pemasangan/penginstalan kapasitor.
- Rekonfigurasi jaringan distribusi.

Selanjutnya pada skripsi ini, akan membahas mengenai upaya mengurangi kerugian daya yang terjadi pada saluran distribusi dengan melakukan rekonfigurasi jaringan yaitu memanfaatkan status dari *NC Switch* dan *NO switch*.

## BAB III

### METODE REKONFIGURASI

Dalam analisa metode rekonfigurasi diperlukan suatu proses aliran daya untuk mengetahui tegangan pada bus beban dan rugi-rugi daya pada saluran. Oleh karena itu, pembahasan selanjutnya membahas tentang proses analisis aliran daya menggunakan *Metode Newton Raphson* dan metode rekonfigurasi menggunakan *Metode Breeder Genetic Algorithm (BGA)*.

#### 3.1. Analisa Aliran Daya<sup>[4]</sup>

Dengan semakin kompleknya problem di dalam sistem tenaga listrik, sebagai akibat dari meningkatnya permintaan konsumen, bertambahnya jumlah saluran transmisi dan distribusi, maka perlu adanya studi aliran daya dalam analisa sistem sehingga dilakukan perhitungan tegangan, arus, daya nyata dan daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik dalam suatu jala-jala listrik pada keadaan pengoperasian normal untuk sekarang dan akan datang. Tujuan mempelajari aliran daya ini dilakukan untuk menentukan :

1. Aliran daya aktif dan daya reaktif pada cabang-cabang rangkaian.
2. Tidak adanya rangkaian yang mempunyai beban lebih dari tegangan *busbar* dalam batas-batas yang diterima.
3. Pengaruh penambahan atau perubahan pada suatu sistem.
4. Pengaruh hilangnya hubungan dalam keadaan darurat.
5. Kondisi optimum pembebanan sistem.
6. Kehilangan daya optimum sistem.

### 3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya<sup>[4]</sup>

Di dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, parameter-parameter listrik yang perlu diperhatikan sehubungan dengan analisa aliran daya adalah besarnya nilai tegangan (V), sudut fasa tegangan ( $\theta$ ), daya nyata (P) dan daya reaktif (Q). Daya nyata (P) mempunyai ketergantungan yang kuat dengan besarnya nilai tegangan (V). Bila P dan Q berubah, maka  $\theta$  dan V akan berubah pula, demikian sebaliknya. Di dalam analisa aliran daya terdapat tiga jenis variabel, yaitu :

1. Variabel bebas, misalnya V dan Q pada bus generator.
2. Variabel tidak bebas, misalnya P dan V pada bus generator.
3. Variabel yang tidak dapat diatur, misalnya kebutuhan konsumen.

### 3.3. Sistem Per-Unit<sup>[4]</sup>

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

$$\text{Besaran per-unit} = \frac{\text{besaran sebenarnya}}{\text{besaran dasar dengan kuantitas yang sebenarnya}} \dots\dots\dots(3-1)$$

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

- Untuk sistem satu fasa :

$$\text{Arus dasar} = \frac{\text{Dasar KVA}_{1\phi}}{\text{Tegangan Dasar, } kV_{LN}} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{\text{Tegangan Dasar, } V_{LN}}{\text{Arus Dasar}} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan Dasar, } kV_{LN})^2 \times 1000}{\text{Dasar } kVA_{1\phi}} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan Dasar, } kV_{LN})^2}{\text{Dasar } MVA_{1\phi}} \dots\dots\dots(3.5)$$

- Untuk sistem tiga fasa :

$$\text{Arus dasar} = \frac{\text{Dasar } kVA_{3\phi}}{\sqrt{3} \times \text{Tegangan Dasar, } kV_{LL}} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan Dasar, } kV_{LL})^2 \times 1000}{\text{Dasar } kVA_{3\phi}} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan Dasar, } kV_{LL})^2}{\text{Dasar } MVA_{3\phi}} \dots\dots\dots(3.8)$$

### 3.4. Klasifikasi Bus<sup>[4]</sup>

Pada setiap simpul (rel atau bus) terdapat parameter-parameter sebagai berikut.

1. Daya nyata dinyatakan dengan P, satuannya *Watt* (W).
2. Daya reaktif dinyatakan dengan Q, satuannya *Volt-Ampere Reactive* (VAR).
3. Besar (*magnitude*) tegangan dinyatakan dengan |V|, satuannya *Volt* (V).
4. Sudut fasa tegangan mempunyai simbol  $\delta$  dengan satuan derajat.

Pada poin 1 dan 2 menyatakan daya yang dibangkitkan oleh generator yang mengalir ke bus. Jika pada bus terdapat beban, maka daya tersebut menyatakan selisih antara daya yang dibangkitkan dengan beban. Dalam analisis aliran daya, pada setiap busnya perlu diketahui dua parameter dari keseluruhan



empat parameter yang diperhitungkan. Dengan melihat kedua parameter yang diketahui, setiap bus dalam suatu sistem dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu:

1. Bus beban (*load bus*).
2. Bus generator.
3. Bus referensi (*slack bus*).

#### **3.4.1. Bus Beban (*Load Bus*)**

Pada bus ini terhubung beban-beban yang permintaan daya aktif dan daya reaktif jelas diketahui, sedangkan tegangan  $|V|$  dan sudut fasa tegangan  $\delta$  (sudut antara tegangan sisi kirim dan sisi terima) merupakan dua besaran yang akan dihitung nilainya.

#### **3.4.2. Bus Generator (*Generator Bus*)**

Pada bus ini terdapat generator-generator yang nilai tegangan dan daya aktifnya diketahui, sementara daya reaktif dan sudut fasa tegangan  $\delta$  dihitung.

#### **3.4.3. Bus Referensi (*Slack Bus*)**

Pada bus ini, nilai daya aktif dan daya reaktif dibiarkan mengambang atau tidak diketahui. Hal ini dikarenakan daya yang dikirim kepada sistem oleh generator tidak dapat dipastikan terlebih dahulu. Besarnya daya aktif dan daya reaktif selain ditentukan oleh besarnya beban juga ditentukan oleh besarnya daya yang hilang atau rugi-rugi pada saluran, nilainya hanya dapat ditentukan pada akhir perhitungan. Pada bus ini, nilai tegangan masing-masing telah ditetapkan yaitu sebesar 1 p.u dan 0 derajat.

### 3.5. Metode *Newton Raphson*

Secara matematis persamaan aliran daya *Newton Raphson* dapat diselesaikan dengan menggunakan koordinat rektangular, 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  $V_q$  pada suatu jaringan dengan  $n$  simpul dapat dituliskan :

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots(3.9)$$

Injeksi daya pada simpul  $p$  adalah :

$$\begin{aligned} S_p &= P_p - jQ_p = V_p^* \cdot I_p \\ &= V_p^* \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots(3.10) \text{ dan } (3.11) \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} V_p^* &= |V_p| e^{-j\delta_p} \\ V_q &= |V_q| e^{j\delta_q} \\ V_{pq}^* &= |V_{pq}| e^{-j\delta_{pq}} \end{aligned}$$

Maka persamaan dapat ditulis :

$$P_p - jQ_p = \sum_{q=1}^n |V_p| |V_q| |Y_{pq}| e^{-j(\delta_p - \delta_q + \delta_{pq})} \dots\dots\dots(3.12)$$

Dengan memisahkan bagian riil dan bagian imajiner maka diperoleh :

$$P_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \delta_{pq}) \dots\dots\dots(3.13)$$

$$Q_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \delta_{pq}) \dots\dots\dots(3.14)$$

Kedua persamaan akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan serempak (*simultan*) yang tidak linier untuk setiap simpul sistem tenaga listrik. Untuk mengetahui *magnitude* tegangan (V) dan sudut fasa ( $\delta$ ) disetiap simpul dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (3.13) dan (3.14) yang dilinierkan dengan *Metode Newton Raphson* yang dapat dilihat dari persamaan di bawah ini :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3.15)$$

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 nyata tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan V yang didapat dari perhitungan iterasi ke-k.

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

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

H, L, M, N merupakan elemen-elemen *off diagonal* dari sub matriks *Jacobian* yang dibentuk dengan mendefinisikan persamaan (3.13) dan (3.14), 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 diselesaikan untuk menghitung vektor koreksi *magnitude* tegangan  $\Delta(|V|)$  dan sudut fasa tegangan ( $\Delta\delta$ ) yang baru. Sehingga diperoleh harga *magnitude* tegangan dan sudut fasa yang baru, yaitu :

$$|V|^{k+1} = |V|^k + \Delta|V|^k \dots\dots\dots(3.18)$$

$$\delta^{k+1} = \delta^k + \Delta\delta^k \dots\dots\dots(3.19)$$

Proses perhitungan akan dilakukan 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*.

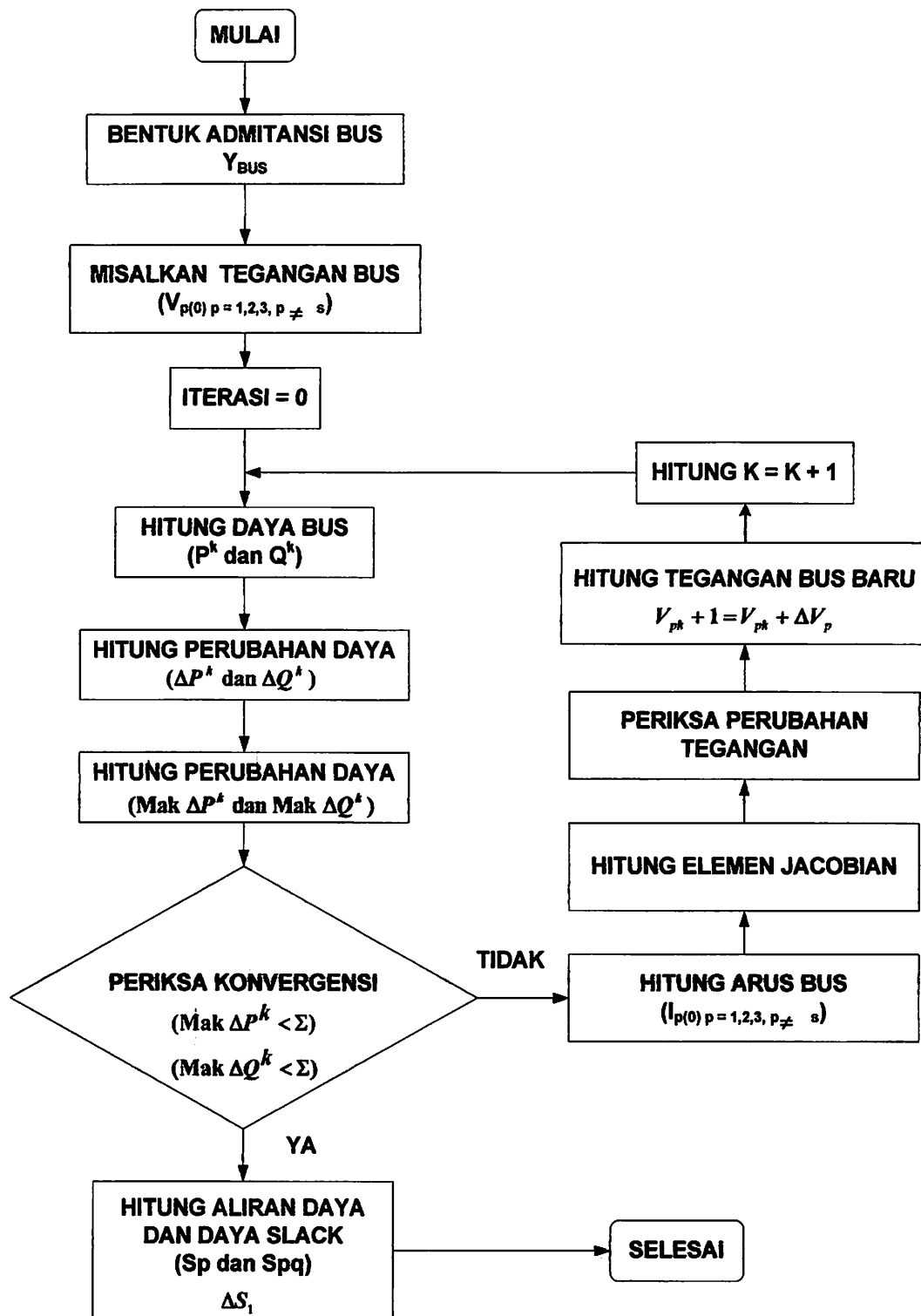
### 3.5.1. Algoritma Aliran Daya *Newton Raphson*

Algoritma aliran daya *Newton Raphson* :

1. Mulai.
2. Bentuk admintansi Y bus.
3. Tentukan nilai  $P_p$  (ditetapkan) dan  $Q_p$  (ditetapkan) yang mengalir ke dalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau nilai dari besar dan sudut tegangan untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
4. Iterasi = 0.
5. Hitung daya bus ( $P^k$  dan  $Q^k$ ).

6. Hitung perubahan daya ( $\Delta P^k$  dan  $\Delta Q^k$ ).
7. Hitung perubahan daya ( $\text{Mak } \Delta P^k$  dan  $\Delta Q^k$ ).
8. Periksa konvergensi ( $\text{Mak } \Delta P^k < \Sigma$ ) ( $\text{Mak } \Delta Q^k < \Sigma$ ).
9. Jika TIDAK, kembali ke langkah 8.
10. Hitung arus bus ( $I_{p(0) p=1,2,3 p \neq s}$ ).
11. Hitung nilai-nilai matriks *Jacobian* dengan menggunakan nilai-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari besar sudut tegangan dalam persamaan untuk turunan parsial yang ditentukan dengan diferensiasi persamaan (3.13) dan (3.14).
12. Balikkan *Jacobian* itu dan hitung koreksi-koreksi tegangan  $\Delta \delta q$  dan  $\Delta |Vq|$  pada nilai sebelumnya.
13. Hitung nilai baru dari  $\delta q$  dan  $|Vq|$  dengan menambah  $\Delta \delta p$  dan  $\Delta |Vq|$  pada nilai sebelumnya.
14. 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 dipilih.
15. Jika YA, hitung aliran daya dan daya *slack* ( $S_p$  dan  $S_{pq}$ )  $\Delta S_1$ .
16. Selesai.

### 3.5.1.1. Diagram Alir Aliran Daya *Newton Raphson*



Gambar 3-1

Diagram Alir Aliran Daya *Newton Raphson*

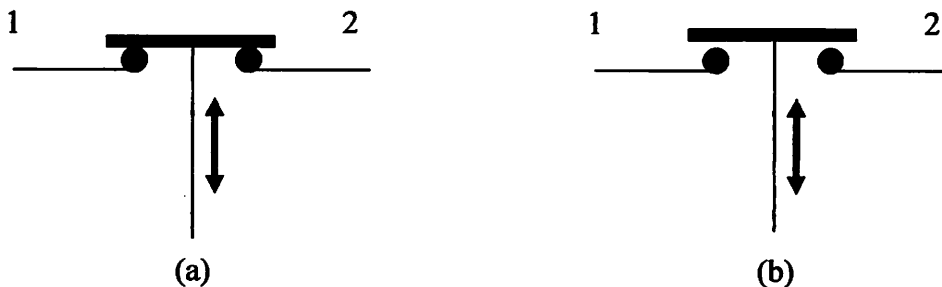
### 3.6. Metode Rekonfigurasi Jaringan

Proses menata awal konfigurasi awal dari jaringan (*initial condition*) menjadi suatu konfigurasi optimum akhir (*optimal condition*), sehingga dari konfigurasi yang terakhir ini diperoleh kerugian daya sistem distribusi yang paling kecil (aliran daya yang paling optimum).

Meskipun jaringan distribusi dioperasikan menggunakan sistem radial, namun besarnya sistem tersebut dikombinasikan ke dalam beberapa tipe. Tipe yang paling umum adalah model jaringan distribusi radial dengan *tie* dan *switch* pemisah.

Rekonfigurasi jaringan distribusi jaringan dapat dilakukan dengan mengatur kondisi dari *switch-switch* ini dalam keadaan terbuka (*on*) atau tertutup (*off*). *Switch* yang terdapat dalam jaringan distribusi terdapat dua macam :

1. *Normally Close Switch (NC Switch)* yang dalam keadaan operasi normal, posisi kontakannya selalu tertutup (*on*).
2. *Normally Open Switch (NO Switch)* yang dalam keadaan operasi normal, posisi kontakannya selalu terbuka (*off*).



**Gambar 3-2**

**Diagram Skematik Tipe (a) NC Switch dan (b) NO Switch**

Jadi jelaslah bahwa sebenarnya rekonfigurasi jaringan dalam sistem distribusi tenaga listrik adalah proses mengganti struktur *topologi* dari jaringan distribusi dengan mengubah status terbuka / tertutup dari *NO / NC Switch* sehingga dari proses ini bisa didapatkan aliran daya yang optimal pada sistem distribusi yang menyebabkan kerugiannya menjadi minimum dengan proses akhir sistem kembali radial.

### 3.7. Metode Algoritma Genetika<sup>[5]</sup>

Algoritma Genetika merupakan metode *adaptive* yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetic 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 proses ini, algoritma gentika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

Algoritma genetika ditemukan oleh John Holland pada tahun 1970 yang dilandasi oleh sifat-sifat evolusi alam. Holland percaya bahwa ini sangat cocok di gabungkan 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 tipe



permasalahan yang akan diselesaikan. Hanya informasi yang telah diberikan dari *evaluasi* berupa nilai *fitness* setiap kromosom dengan nilai *fitness* yang 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 solusi yang optimum.

### 3.7.1. Istilah-Istilah Algoritma Genetika<sup>[5]</sup>

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 komputer. 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***

<b>Istilah</b>	<b>Keterangan</b>
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 di hasil perkawinan yang berpotensi sebagai solusi

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam proses 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 ke arah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan jika jumlah generasi terlalu sedikit maka solusi akan terjebak pada lokal 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 terjadinya konvergensi pada wilayah lokal.

- **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, tetapi jika probabilitas *crossover* terlalu besar maka struktur dengan nilai fungsi objektif yang baik akan dapat hilang dengan lebih cepat dengan seleksi. Sebaliknya, jika probabilitas *crossover* terlalu kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses algoritma genetika.

- **Probabilitas Mutasi ( $P_m$ )**

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi dan tingkat mutasi yang terjadi. Kerena frekuensi terjadinya mutasi menjadi tersebut menjadi  $P_m \times POPSIZE \times N$ , dimana  $N$  adalah panjang struktur/gen dalam satu individu. Probabilitas mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi

tidak dicoba. Dan sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan semakin mirip dengan induknya. Dalam algoritma genetika, mutasi menjalankan aturan penting yaitu :

- Mengganti gen-gen yang hilang selama proses seleksi.
- Menyediakan gen-gen yang tidak muncul pada saat instalasi awal populasi.

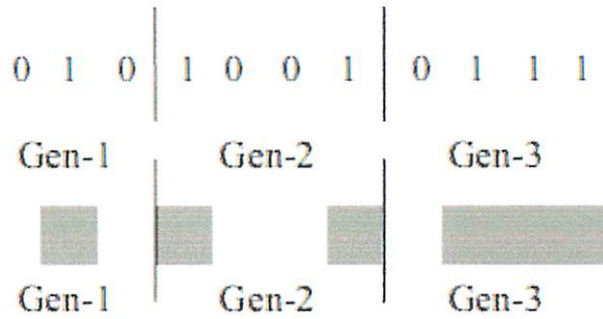
- **Panjang Kromosom (NVAR)**

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.

### **3.7.2. Komponen-Komponen Utama pada Algoritma Genetika<sup>[5]</sup>**

#### **3.7.2.1. Teknik Penyandian**

Teknik penyandian disini meliputi penyandian gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel. Gen dapat dipresentasikan dalam bentuk : *string bit*, pohon, *array* bilangan *real*, daftar aturan, elemen program, elemen permutasi, atau representasi lainnya yang dapat di implementasikan untuk operator genetika. Gambar 3-3 menunjukkan representasi *string bit*.



**Gambar 3-3**

***Representasi String Bit<sup>[5]</sup>***

Demikian juga, kromosom dapat dipresentasikan menggunakan :

- *String bit* : 10011, 01101, 11101, dst.
- *Bilangan real* : 65.66, -67.98, 562.88, dst.
- *Elemen permutasi* : E2, E5, E10, dst.
- *Daftar aturan* : R1, R2, R3, dst.
- *Elemen program* : pemrograman genetika.
- *Struktur lainnya*

**3.7.2.2. Prosedur Inisialisasi<sup>[5]</sup>**

Ukuran populasi tergantung pada masalah yang akan dipecah dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan lalu dilakukan inisialisasi terhadap kromosom yang terdapat pada populasi tersebut. Inisialisasi kromosom dilakukan secara acak namun harus tetap memperhatikan domain solusi dan kendala permasalahan yang ada.

### 3.7.2.3.Fungsi Evaluasi<sup>[5]</sup>

Ada 2 (dua) hal yang harus dilakukan dalam melakukan evaluasi kromosom yaitu :

- Evaluasi fungsi objektif (fungsi tujuan)
- Konversi fungsi objektif ke dalam fungsi *fitness*

Selain secara umum, fungsi *fitness* diturunkan dari fungsi objektif dengan nilai yang tidak negatif. Apabila ternyata nilai dari fungsi objektif adalah negatif maka perlu ditambahkan suatu konstanta *c* agar nilai *fitness* yang terbentuk menjadi positif.

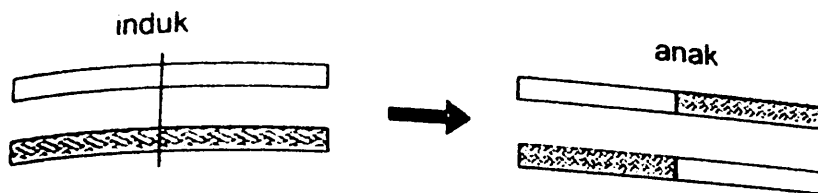
### 3.2.7.4.Seleksi<sup>[5]</sup>

Seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling fit. Seleksi akan menentukan individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk dilakukan rekombinasi dan bagaimana *offspring* terbentuk dari individu-individu tersebut. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Masing-masing individu dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai objektif dirinya sendiri terhadap nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai *fitness* inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap-tahap seleksi berikutnya.

### 3.2.7.5.Operator Genetika<sup>[5]</sup>

#### 1. *Crossover* (Pindah Silang)

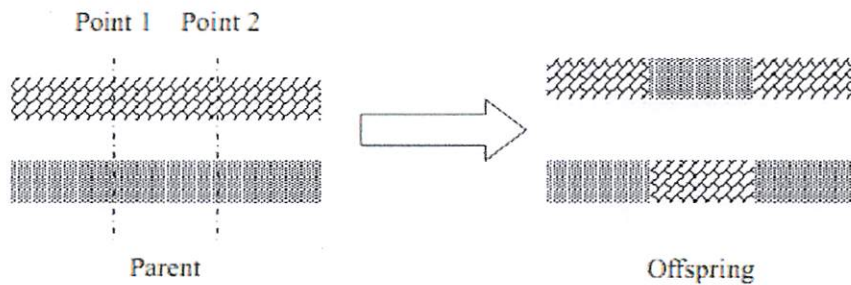
Fungsi dari *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random  $r_k$  dimana  $k = 1, 2, 3, \dots, \text{POPSIZE}$ . Probabilitas *crossover* ( $P_c$ ) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi 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*) di tentukan 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.



Gambar 3-4

#### *Ilustrasi Operator dengan One Point Crossover<sup>[5]</sup>*

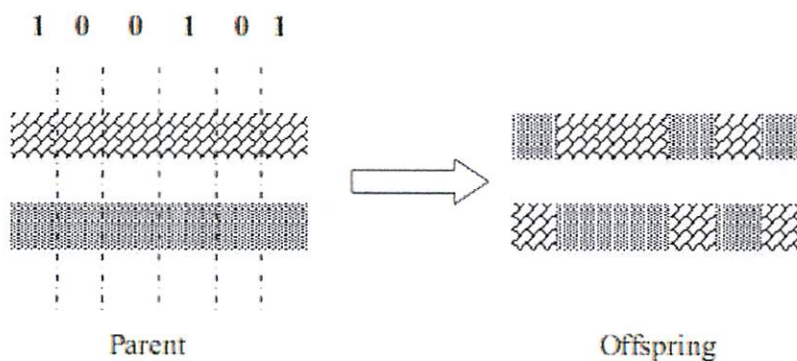
Kemudian ditingkatkan lagi dengan menggunakan *two point crossover*. Penentuan posisi titik persilangan sama seperti *one point crossover* sebelumnya. Pemilihan secara random dilakukan dua kali. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua *parent* tersebut dengan batas dua titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3-5.



**Gambar 3-5**

***Ilustrasi Operator dengan Two Point Crossover<sup>[5]</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 dengan Uniform Crossover<sup>[5]</sup>***



## 2. Mutasi (*Mutation*)<sup>[5]</sup>

Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random  $r_k$ , dimana  $k = 1, 2, 3, \dots, NVAR$  (panjang kromosom). Probabilitas mutasi ( $Pm$ ) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator mutasi. Apabila nilai  $r_k < Pm$  maka gen ke- $k$  kromosom tersebut terpilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan mengganti gen 0 dengan 1 atau sebaliknya gen 1 dan 0. Biasanya disebut *flip*, yaitu membalik nilai 0 ke 1 atau 1 ke 0.

Fungsi dari operator mutasi adalah untuk menghindari agar solusi masalah yang diperoleh bukan merupakan solusi optimum lokal. Seperti halnya pada operator *crossover*, tipe dan implementasi dari operator mutasi bergantung pada jenis pengkodean dan permasalahan yang dihadapi. Seberapa sering mutasi dilakukan dinyatakan dengan suatu probabilitas mutasi ( $Pm$ ). Posisi elemen pada kromosom yang akan mutasi ditentukan secara random. Mutasi dikerjakan dengan cara melakukan perubahan pada elemen tersebut.

### 3.8. *Breeder Genetic Algorithm (BGA)*<sup>[5]</sup>

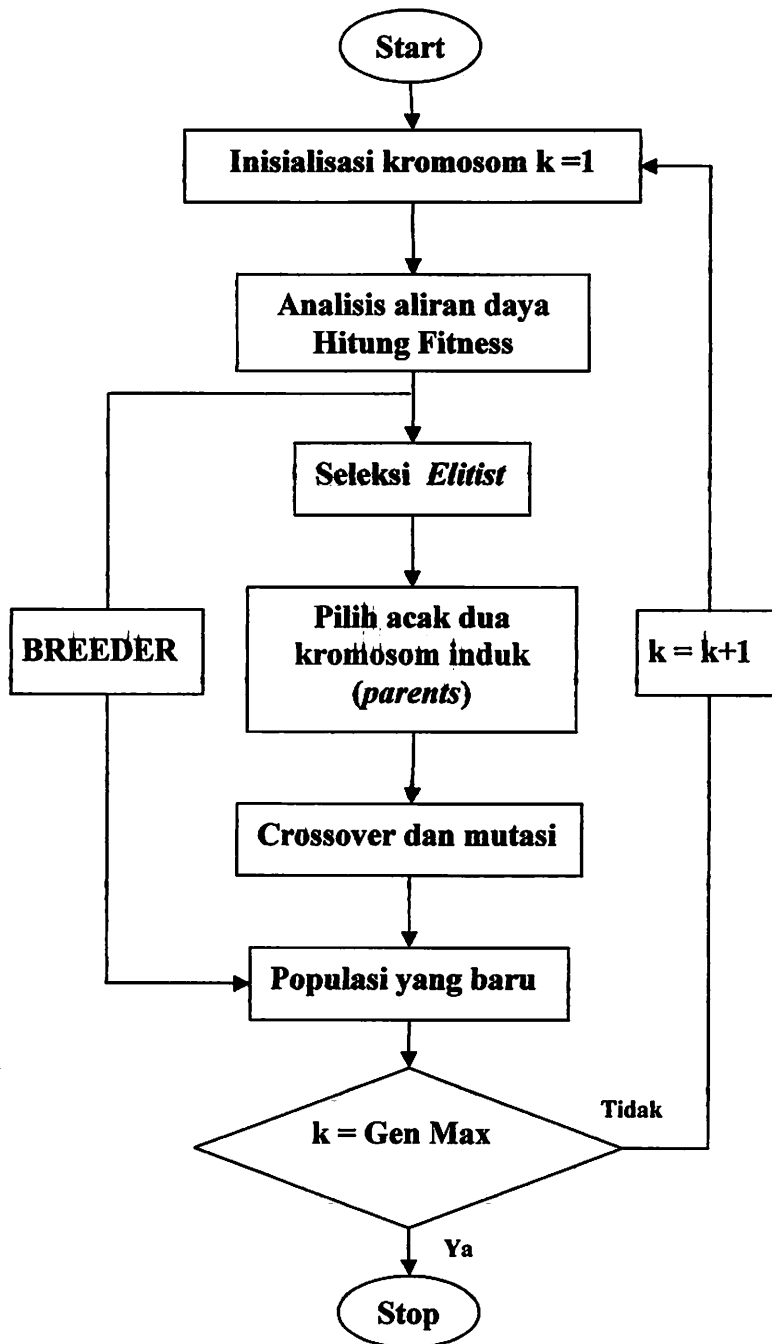
Metode seleksi dalam algoritma genetika dilakukan secara random/acak, sehingga ada kemungkinan bahwa kromosom yang sebenarnya sudah baik tidak bisa turut serta pada generasi berikutnya karena tidak lolos seleksi. Untuk itu perlu adanya perbaikan pada algoritma genetika yang dikenal dengan nama *Breeder Genetic Algorithm (BGA)*.

Metode *Breeder Genetic Algorithm* dikembangkan oleh *Muhlenbein*, pada BGA ini digunakan parameter  $r$ , yang menunjukkan kromosom-kromosom terbaik. Kromosom-kromosom ini akan tetap dipertahankan pada generasi berikutnya dengan cara menggantikan sebanyak  $r$  kromosom pada generasi tersebut.

It is the duty of the Government to provide for the  
welfare of the people and to maintain the  
peace and order of the State. The Government  
is responsible for the protection of the  
rights and liberties of the citizens.

Article 1

3.8.1. Flowchart Metode *Breeder Genetic Algorithm*



Gambar 3-7

Flowchart Breeder Genetic Algorithm (BGA)

## BAB IV

### ANALISA REKONFIGURASI DENGAN PROGRAM MENGGUNAKAN METODE *BREEDER GENETIC ALGORITHM* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER TRAF0 II DI G.I. BANGIL

#### 4.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV G.I. Bangil pada Trafo II

Sistem pendistribusian pada G.I. Bangil menggunakan sistem distribusi tipe radial yang melayani beberapa penyulang, diantaranya adalah penyulang Kalikunting, Kenep, Pesanggrahan, Kebon Candi dan Gunung Gangsir (*single line diagram* dan data – data penyulang dapat dilihat pada lampiran B), yang menggunakan tegangan dasar 20 kV dan daya dasar 30 MVA.

Untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya terlebih dahulu kita harus menentukan *single line diagram* sesuai dengan langkah – langkah yang dapat dilihat pada sub bab 4.1.1 di bawah ini.

##### 4.1.1. Menentukan *Single Line Diagram* menggunakan *Software* ETAP 7.0.4

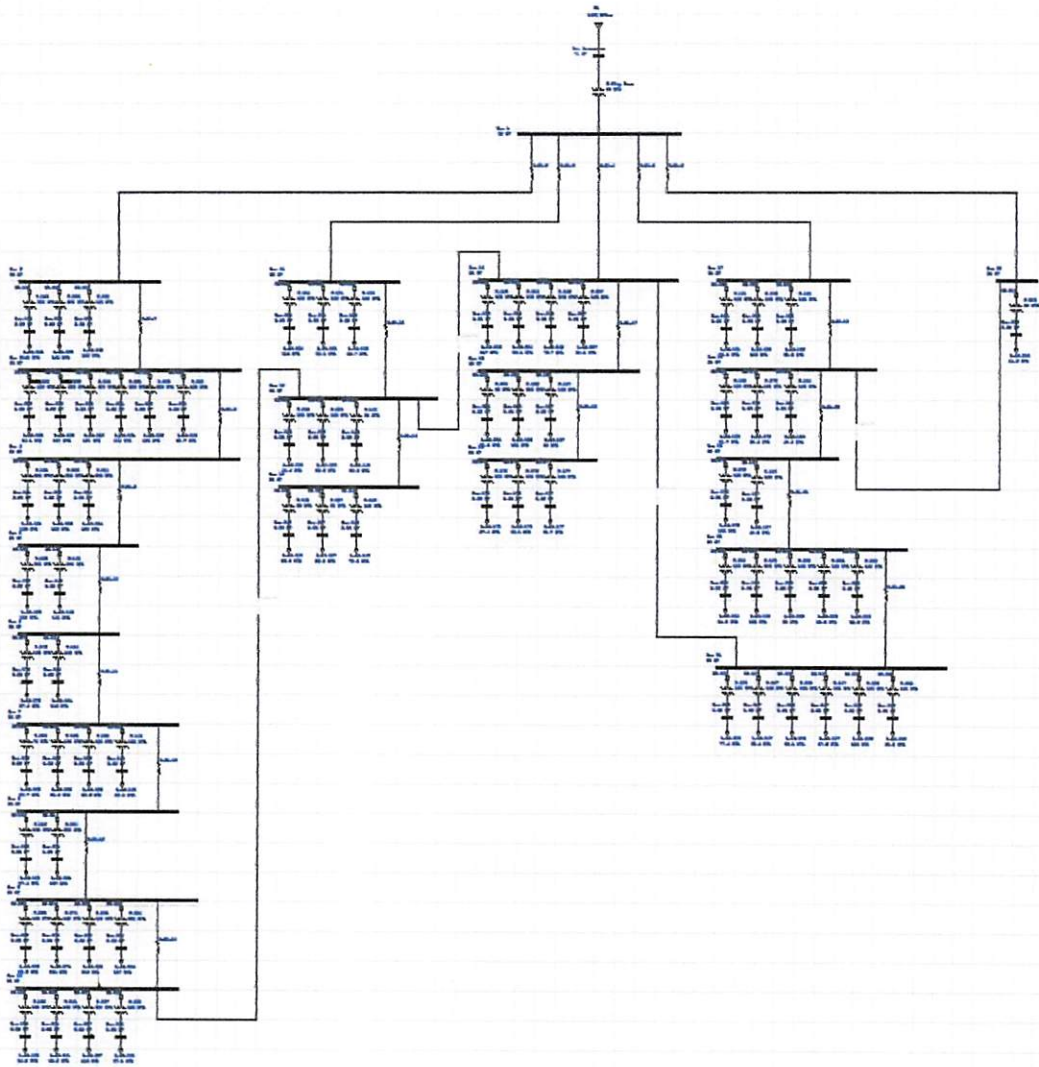
Analisa data diawali dengan menentukan *single line* pada *software* ETAP 7.0.4. Untuk itu, di perlukan data – data *single line diagram* dari tiap – tiap penyulang yang ada pada G. I. Bangil.

Pertama – tama, kita harus menentukan berapa jumlah *bus* pada tiap – tiap penyulang yang ada. Untuk menentukan jumlah *bus*, kita lihat dari banyaknya jumlah trafo – trafo beban yang dipisahkan oleh LBS (*Load Breaker Switch*). Setiap jumlah trafo yang dipisahkan oleh LBS disebut dengan *bus* beban. Misalkan pada penyulang Kalikunting, *bus* 3 terdiri dari 3 buah trafo beban yang

dipisahkan oleh sebuah LBS, bus 4 terdiri dari 6 buah trafo beban yang dipisahkan oleh sebuah LBS, dst.

Setelah itu, kita lihat sambungan *switch* antar penyulang yang ada pada tiap – tiap *single line diagram*. *Switch normally open* pada *single line diagram* dinyatakan dengan nama LBS Manuver. Misalkan pada bus 11 penyulang Kalikunting terdapat sebuah LBS Manuver yang terhubung pada bus 13 penyulang Kenep, dst.

Untuk lebih jelasnya, *single line diagram* dalam bentuk ETAP 7.0.4 dapat dilihat pada gambar 4-1.

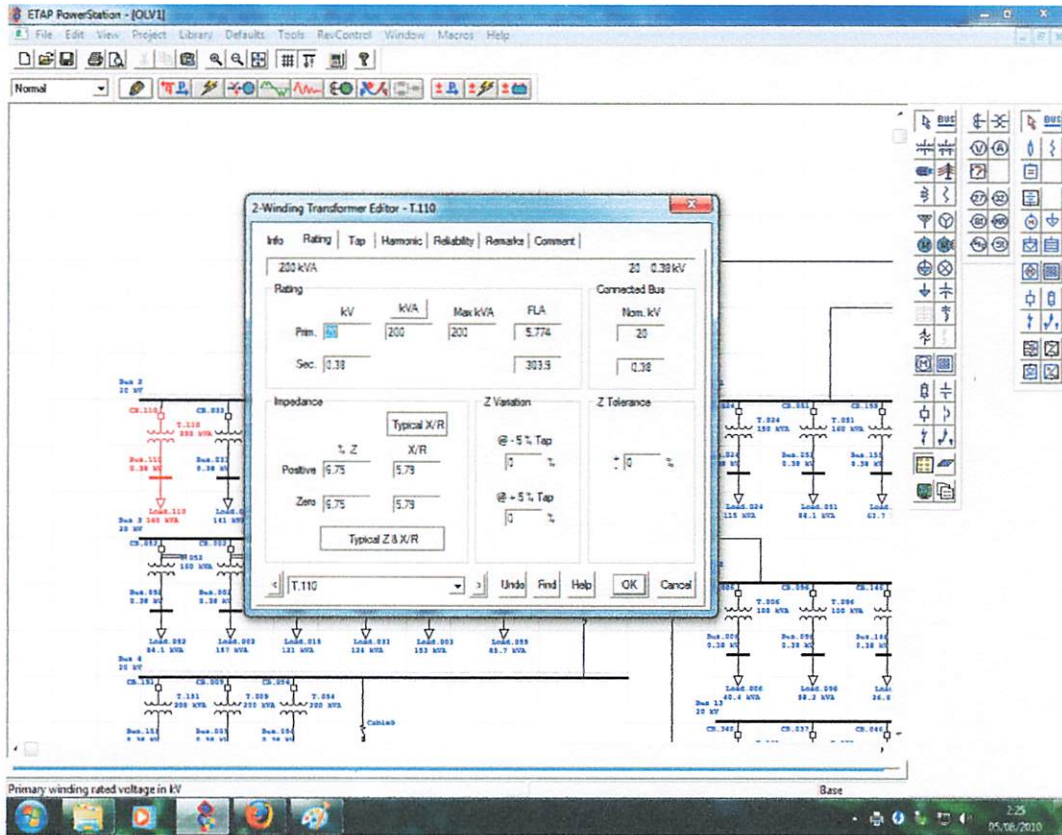


**Gambar 4-1**

***Single line diagram G.I Bangil***

Gambar 4-1 menunjukkan tampilan gambar *single line* diagram pada gardu induk Bangil yang digambar dalam bentuk software ETAP 7.0.4. Gambar ini dibuat berdasarkan data dari PT. PLN Persero cabang Bangil – Pasuruan.

Kemudian dilanjutkan dengan mengisi data pada tiap trafo beban (data dapat dilihat pada lampiran B). Data yang digunakan adalah data kapasitas trafo (kVA) dan data pembebanan (kVA) pada setiap trafo. Pengisian inputan data kapasitas trafo dapat dilihat pada gambar 4-2.

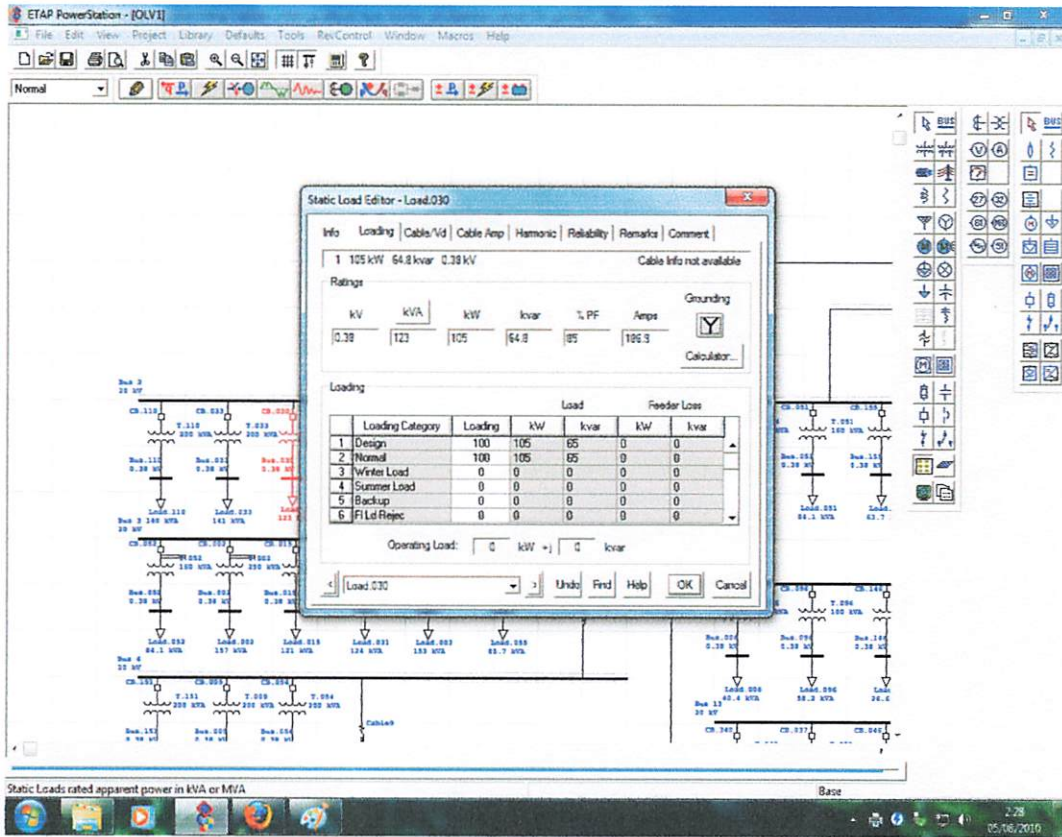


**Gambar 4-2**

***Tampilan pengisian inputan data kapasitas trafo pada software ETAP 7.0.4***

Setelah mengisi data kapasitas trafo, kemudian dilanjutkan dengan mengisi data pembebanan pada tiap – tiap trafo yang ada. Tampilan pengisian data pembebanan pada tiap – tiap trafo ditunjukkan oleh gambar 4-3.





**Gambar 4-3**

***Tampilan pengisian inputan data beban tiap trafo pada software ETAP 7.0.4***

Pengisian data – data, dimaksudkan untuk mengetahui nilai pembebanan P (MW) dan Q (MVar) pada tiap – tiap trafo beban yang ada. Seperti ditunjukkan pada gambar 4-4.

Project:	ETAP PowerStation				Page:	3
Location:	4.0.0C				Date:	08-09-2010
Contract:					SN:	KLGCONSULT
Engineer:	Study Case: LF				Revision:	Base
Filename: coba					Config:	Normal

Bus		Initial Voltage			Generator		Motor Load		Static Load		Mvar Limits	
ID	Type	kV	% Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Max.	Min.
Tranf.037	Load	0.380	100.0	0.0					0.011	0.014		
Tranf.038	Load	0.380	100.0	0.0					0.096	0.060		
Tranf.042	Load	0.380	100.0	0.0					0.062	0.038		
Tranf.045	Load	0.380	100.0	0.0					0.067	0.041		
Tranf.047	Load	0.380	100.0	0.0					0.058	0.036		
Tranf.051	Load	0.380	100.0	0.0					0.071	0.044		
Tranf.052	Load	0.380	100.0	0.0					0.071	0.044		
Tranf.054	Load	0.380	100.0	0.0					0.088	0.054		
Tranf.055	Load	0.380	100.0	0.0					0.073	0.045		
Tranf.062	Load	0.380	100.0	0.0					0.093	0.057		
Tranf.063	Load	0.380	100.0	0.0					0.099	0.061		
Tranf.072	Load	0.380	100.0	0.0					0.058	0.036		

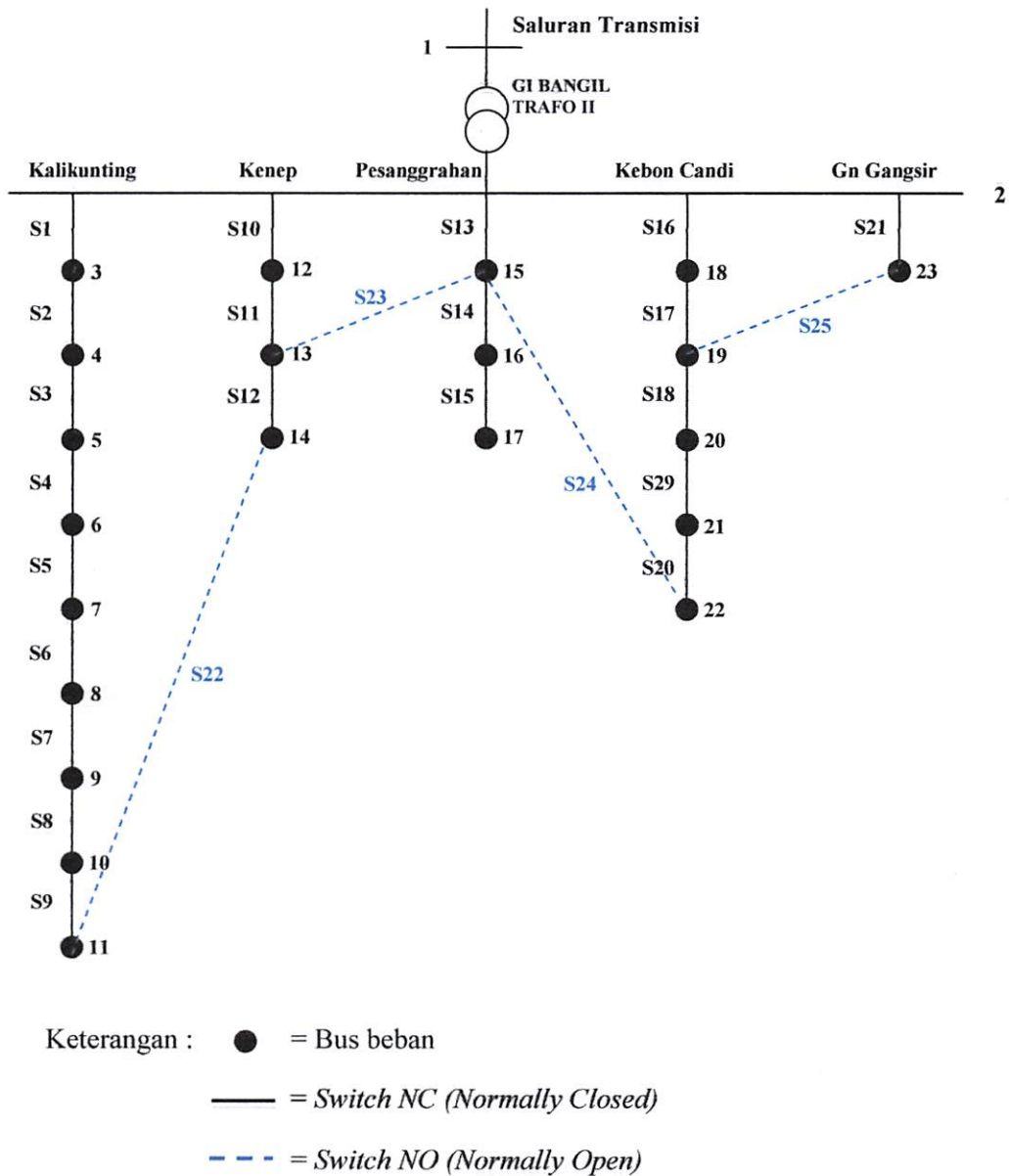
**Gambar 4-4**

***Tampilan hasil perhitungan aliran daya untuk nilai P dan Q pada tiap – tiap trafo beban pada software ETAP 7.0.4***

Gambar di atas merupakan tampilan hasil perhitungan untuk nilai P dan Q pada tiap – tiap trafo beban yang ada. (Data – data tiap trafo selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B).

#### 4.1.2. Single Line Diagram G.I. Bangil

Setelah menentukan *single line diagram* dengan menggunakan *software* ETAP 7.0.4, maka dapat kita ketahui bentuk dari sistem pendistribusian pada G. I. Bangil seperti pada gambar 4-5 di bawah ini.



**Gambar 4-5**

**Konfigurasi Jaringan Radial dari Single Line Diagram GI Bangil**

**(Kondisi Awal)**

Gambar di atas merupakan konfigurasi radial dari *single line diagram* GI Bangil, dimana daya dasar dari trafo adalah sebesar 30 MVA. Trafo ini melayani beberapa penyulang diantaranya adalah penyulang Kalikunting, penyulang Kenep, penyulang Pesanggrahan, penyulang Kebon Candi dan penyulang Gunung Gangsir dengan tegangan dasar 20 kV. Penyulang Kalikunting terdiri atas 9 bus beban dengan 9 *switch normally closed* dan 1 *switch normally open (switch 22)* yang terhubung dengan bus ke 13 pada penyulang Kenep. Penyulang Kenep terdiri atas 3 bus beban dengan 3 *switch normally closed* dan 1 *switch normally open (switch 23)* yang terhubung dengan bus 14 pada penyulang Pesanggrahan. Penyulang Pesanggrahan terdiri atas 3 bus beban dengan 3 *switch normally closed* dan 1 *switch normally open (switch 24)* yang terhubung dengan bus ke 21 pada penyulang Kebon Candi. Penyulang Kebon Candi terdiri atas 5 bus beban dengan 5 *switch normally closed* dan 1 *switch normally open (switch 25)* yang terhubung dengan bus 22 pada penyulang Gunung Gangsir. Penyulang Gunung Gangsir terdiri atas 1 bus beban dengan 1 *switch normally closed*.

#### **4.2. Inputan Data**

Sistem pendistribusian pada G.I. Bangil menggunakan tegangan dasar 20 kV dan daya dasar 30 MVA. Sehingga dapat ditetapkan :

- P dasar : 20 kV
- V dasar : 30 MVA

#### 4.2.1. Data Pembebanan

Data yang digunakan sebagai inputan pembebanan adalah data pembebanan dari setiap bus yang ada pada masing – masing penyulang. Untuk mendapatkan nilai pembebanan pada tiap bus, maka kita harus menjumlahkan nilai pembebanan dari trafo – trafo beban yang ada pada setiap bus. Contoh :

Data pada bus 3 :

Bus 3 terdiri atas 3 trafo beban, yaitu T.030, T.033, T.110.

T.030 = 123 kVA ; T.033 = 141 kVA ; T.110 = 140 kVA.

- $P = [ V ] [ I ] \cos \varphi$  <sup>[2.3.1]</sup>

$$P = (123 + 141 + 140) \times 0.85 = 343.4 \text{ kW} = 0.34 \text{ MW.}$$

- $Q = [ V ] [ I ] \sin \varphi$  <sup>[2.3.2]</sup>

$$\varphi = \cos^{-1} 0.85 = 31.778 ; \sin \varphi = \sin 31.778 = 0.53$$

$$Q = (123 + 141 + 140) \times 0.53 = 214.65 \text{ kVar} = 0.21 \text{ MVar.}$$

Dengan cara yang sama seperti pada contoh diatas untuk bus yang lainnya maka diperoleh hasil seperti pada tabel 4-1.

**Tabel 4-1**

**Data pembebanan tiap Bus**

Bus	P Bus (MW)	Q Bus (MVar)
1	-	-
2	-	-
3	0.34	0.21
4	0.61	0.38
5	0.32	0.20

6	0.23	0.14
7	0.18	0.11
8	0.19	0.12
9	0.19	0.12
10	0.35	0.22
11	0.31	0.19
12	0.22	0.14
13	0.11	0.07
14	0.11	0.07
15	0.31	0.20
16	0.21	0.13
17	0.14	0.08
18	0.26	0.16
19	0.15	0.09
20	0.14	0.09
21	0.35	0.22
22	0.36	0.22
23	0.01	0.01

18	19	20	AAAC	150	0.395
19	20	21	AAAC	150	2.095
20	21	22	AAAC	150	5.496
21	2	23	AAAC	150	1.660
22	11	13	AAAC	150	1.171
23	13	15	AAAC	150	0.285
24	15	22	AAAC	150	1.224
25	19	23	AAAC	150	2.265

Pada tabel 4-2 terlihat data saluran yang mana jaringan distribusi GI Bangil Trafo II menggunakan kabel saluran udara dengan jenis konduktor yang digunakan adalah AAAC dengan penampang nominal 150 mm<sup>2</sup> dan impedansi saluran 0.2162 + j 0.3305 Ω. Untuk menghitung data saluran antar bus maka diberikan contoh sebagai berikut.

- Contoh perhitungan data saluran antara bus 3 ke bus 4.

Jarak antara bus dari 3 ke 4 dengan panjang = 2.057 km

$$R = 2.057 \text{ km} \times R \text{ saluran} = 2.057 \times 0.2162 = 0.443 \text{ } \Omega/\text{km}.$$

$$X = 2.057 \text{ km} \times X \text{ saluran} = 2.057 \times 0.3305 = 0.678 \text{ } \Omega/\text{km}.$$

Dengan cara yang sama seperti pada contoh diatas untuk saluran yang lainnya maka diperoleh hasil seperti pada tabel 4-3.

**Tabel 4-3**

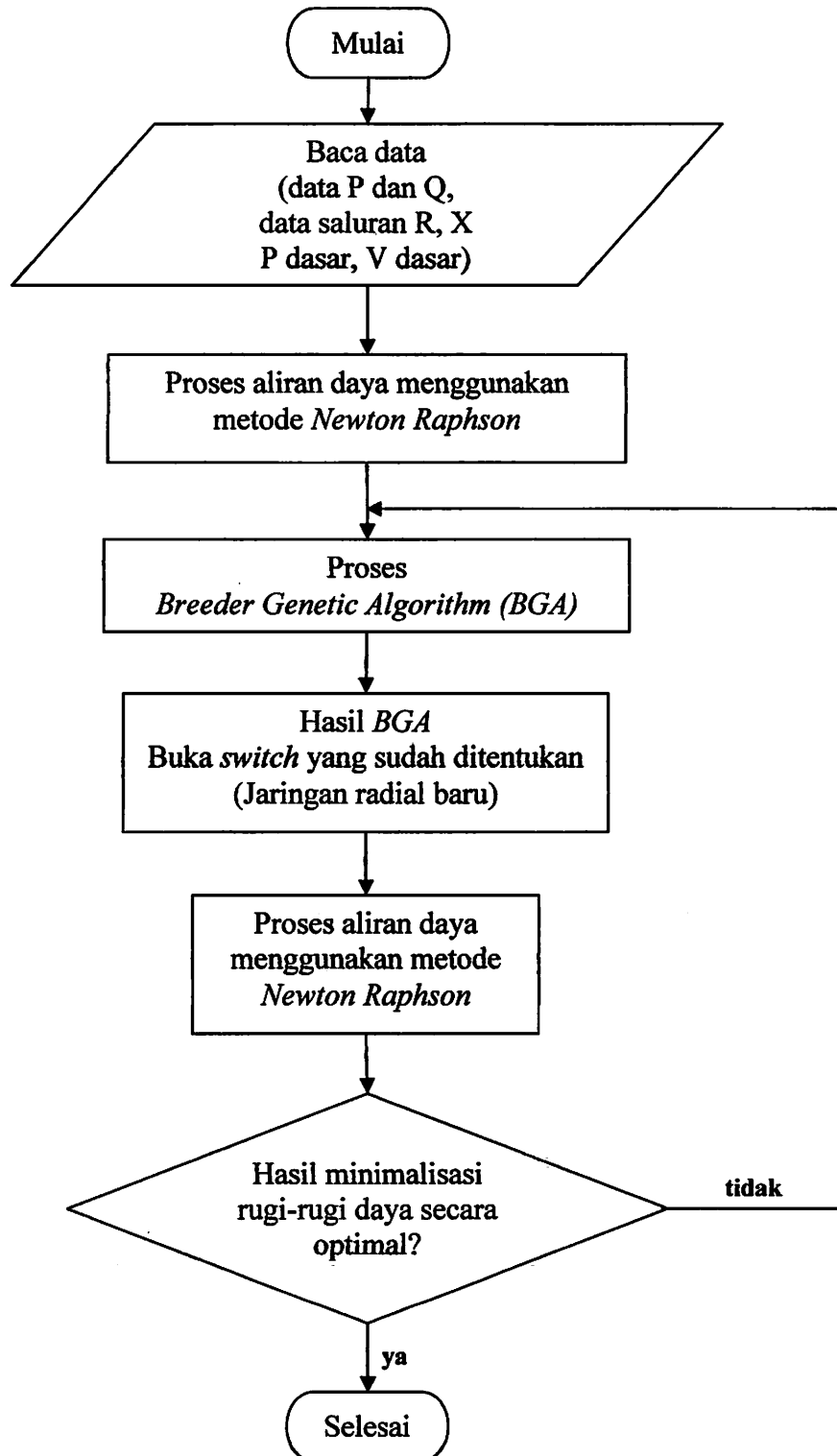
**Hasil Perhitungan Saluran GI Bangil**

<b>Dari Bus</b>	<b>Ke Bus</b>	<b>Jarak (km)</b>	<b>R (<math>\Omega</math>/km)</b>	<b>X (<math>\Omega</math>/km)</b>
2	3	6.105	1.320	1.627
3	4	2.057	0.443	0.678
4	5	0.325	0.071	0.109
5	6	0.784	0.169	0.259
6	7	1.140	0.246	0.376
7	8	2.691	0.580	0.887
8	9	0.272	0.060	0.092
9	10	0.555	0.120	0.184
10	11	0.314	0.066	0.100
2	12	1.840	0.458	0.568
12	13	0.261	0.055	0.084
13	14	2.317	0.498	0.761
2	15	5.180	1.380	1.588
15	16	2.058	0.443	0.678
16	17	2.254	0.487	0.745
2	18	9.559	2.366	2.935
18	19	1.390	0.301	0.460
19	20	0.395	0.087	0.134
20	21	2.095	0.454	0.694
21	22	5.496	1.188	1.816



2	23	1.660	0.356	0.544
11	13	1.171	0.386	0.103
13	15	0.285	0.061	0.094
15	22	1.224	0.264	0.404
19	23	2.265	0.859	0.229

4.3. **Flowchart penyelesaian masalah**



**Gambar 4-6**

**Flowchart Penyelesaian Masalah**

#### 4.3.1. Algoritma *Flowchart* Penyelesaian Masalah

1. Mulai.
2. Memasukkan inputan data (data beban P,Q, data saluran R,X, P dasar dan V dasar).
3. Memulai proses aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson*.
4. Setelah dilakukan proses aliran daya, kemudian dilanjutkan dengan proses *Breeder Genetic Algorithm*.
5. Dari hasil proses *Breeder Genetic Algorithm* dihasilkan konfigurasi jaringan radial yang baru dimana akan diketahui *switch – switch* mana yang akan terbuka atau tertutup.
6. Dilakukan lagi proses aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson*.
7. Periksa hasil minimalisasi rugi – rugi daya. Apakah terjadi minimalisasi?
8. Jika TIDAK, kembali ke langkah 4 (empat).
9. Jika YA, proses selesai.
10. Selesai.

#### 4.4. Analisa menggunakan MATLAB 7.1

Analisa diawali dengan memasukkan data – data yang ada kemudian dilanjutkan dengan proses aliran daya dengan metode *Newton Raphson* untuk mengetahui tegangan dan sudut fasa tiap *bus* sebelum rekonfigurasi. Kemudian dilanjutkan dengan proses *Breeder Genetic Algorithm*. Dari hasil proses *Breeder Genetic Algorithm* dihasilkan konfigurasi jaringan radial yang baru dimana akan diketahui *switch – switch* mana yang akan terbuka atau tertutup.

##### 4.4.1. Inputan Data Pembebanan

Dengan menggunakan data pada tabel 4-1 maka tampilan inputan data pembebanan dapat dilihat pada gambar 4-7 di bawah ini.

Bus #	Load	
	P (MW)	Q (MVA <sub>r</sub> )
1	-	-
2	-	-
3	0.34	0.21
4	0.61	0.38
5	0.32	0.20
6	0.23	0.14
7	0.18	0.11
8	0.19	0.12
9	0.19	0.12
10	0.35	0.22
11	0.31	0.19
12	0.22	0.14
13	0.11	0.07
14	0.11	0.07
15	0.31	0.20
16	0.21	0.13
17	0.14	0.08
18	0.26	0.16
19	0.15	0.09
20	0.14	0.09
21	0.35	0.22
22	0.36	0.22
23	0.01	0.01

**Gambar 4-7**

**Tampilan Inputan Data Pembebanan**

Pada gambar 4-7 terlihat tampilan data inputan data pembebanan antar bus pada jaringan distribusi GI Bangil Trafo II dengan nilai beban dari bus 3 sampai bus 23 pada *software* MATLAB 7.1.

#### 4.4.2. Inputan Data Saluran

Dengan menggunakan data pada tabel 4-3 maka tampilan inputan data pembebanan dapat dilihat pada gambar 4-8 di bawah ini.

Fbus	tbus	r	x	rateA	rateB	rateC	ratio	angle	status
2	3	1.320	1.627	0	0	0	0	0	1;
3	4	0.443	0.678	0	0	0	0	0	1;
4	5	0.071	0.109	0	0	0	0	0	1;
5	6	0.169	0.259	0	0	0	0	0	1;
6	7	0.246	0.376	0	0	0	0	0	1;
7	8	0.580	0.887	0	0	0	0	0	1;
8	9	0.060	0.092	0	0	0	0	0	1;
9	10	0.120	0.184	0	0	0	0	0	1;
10	11	0.066	0.100	0	0	0	0	0	1;
2	12	0.458	0.568	0	0	0	0	0	1;
12	13	0.055	0.084	0	0	0	0	0	1;
13	14	0.498	0.761	0	0	0	0	0	1;
2	15	1.380	1.588	0	0	0	0	0	1;
15	16	0.443	0.678	0	0	0	0	0	1;
16	17	0.487	0.745	0	0	0	0	0	1;
2	18	2.366	2.935	0	0	0	0	0	1;
18	19	0.301	0.460	0	0	0	0	0	1;
19	20	0.087	0.134	0	0	0	0	0	1;
20	21	0.454	0.694	0	0	0	0	0	1;
21	22	1.188	1.816	0	0	0	0	0	1;
2	23	0.356	0.544	0	0	0	0	0	1;
11	13	0.253	0.387	0	0	0	0	0	0;
13	15	0.061	0.094	0	0	0	0	0	0;
15	22	0.264	0.404	0	0	0	0	0	0;
19	23	0.859	0.229	0	0	0	0	0	0;

**Gambar 4-8**

***Tampilan Inputan Data Saluran***

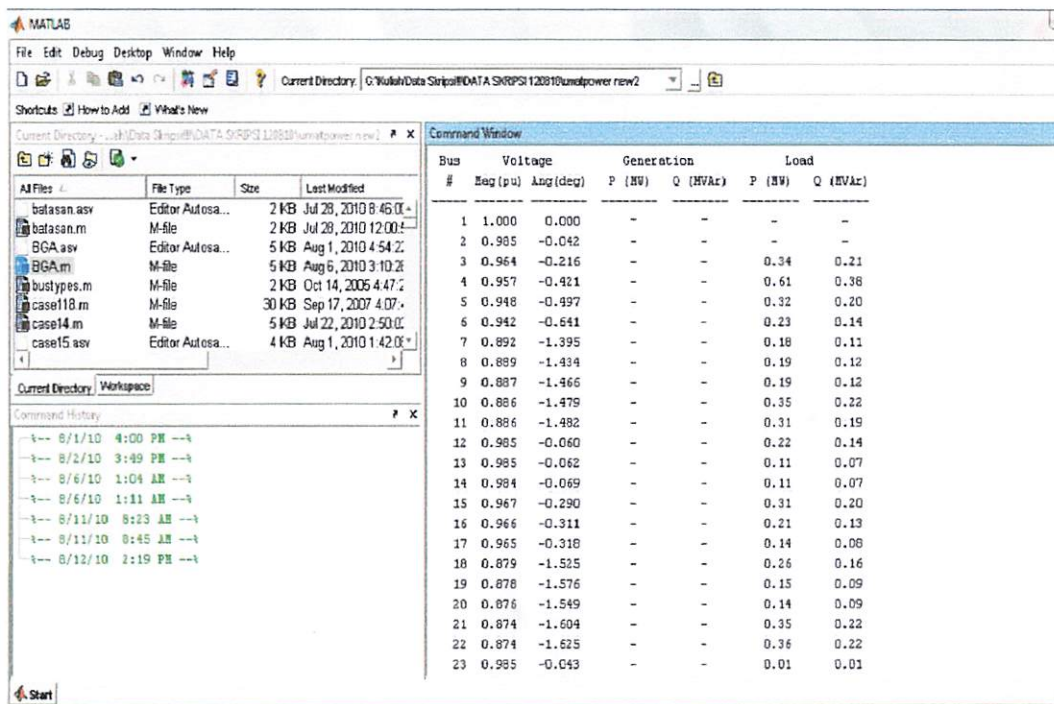
Gambar 4-8 merupakan tampilan inputan data saluran pada *software* MATLAB 7.1

#### 4.5. Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode *Newton Raphson*

Analisa aliran daya dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan pada tiap bus, sudut fasa pada tiap bus dan rugi – rugi daya antar saluran yang terjadi sebelum dilakukan rekonfigurasi.

##### 4.5.1. Hasil Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus Sebelum Rekonfigurasi

Setelah dilakukan analisa aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson* maka diperoleh besarnya tegangan dan sudut fasa pada tiap-tiap bus. Berikut ini adalah tampilan hasil untuk mengetahui tegangan dan sudut fasa tiap bus sebelum rekonfigurasi.



The screenshot shows the MATLAB Command Window with a table of bus data. The table has columns for Bus #, Voltage (Mag (pu), Ang (deg)), Generation (P (MW), Q (MVar)), and Load (P (MW), Q (MVar)). The data is as follows:

Bus #	Voltage Mag (pu)	Voltage Ang (deg)	Generation P (MW)	Generation Q (MVar)	Load P (MW)	Load Q (MVar)
1	1.000	0.000	-	-	-	-
2	0.985	-0.042	-	-	-	-
3	0.964	-0.216	-	-	0.34	0.21
4	0.957	-0.421	-	-	0.61	0.38
5	0.948	-0.497	-	-	0.32	0.20
6	0.942	-0.641	-	-	0.23	0.14
7	0.892	-1.395	-	-	0.18	0.11
8	0.889	-1.434	-	-	0.19	0.12
9	0.887	-1.466	-	-	0.19	0.12
10	0.886	-1.479	-	-	0.35	0.22
11	0.886	-1.482	-	-	0.31	0.19
12	0.985	-0.060	-	-	0.22	0.14
13	0.985	-0.062	-	-	0.11	0.07
14	0.984	-0.069	-	-	0.11	0.07
15	0.967	-0.290	-	-	0.31	0.20
16	0.966	-0.311	-	-	0.21	0.13
17	0.965	-0.318	-	-	0.14	0.08
18	0.879	-1.525	-	-	0.26	0.16
19	0.878	-1.576	-	-	0.15	0.09
20	0.876	-1.549	-	-	0.14	0.09
21	0.874	-1.604	-	-	0.35	0.22
22	0.874	-1.625	-	-	0.36	0.22
23	0.985	-0.043	-	-	0.01	0.01

Gambar 4-9

Tampilan Hasil nilai Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus  
Sebelum Rekonfigurasi

Pada gambar 4-9 terlihat tampilan hasil dari tegangan dan sudut fasa tiap bus, sebelum rekonfigurasi hasil dari perhitungan aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson*. Untuk lebih jelasnya, nilai tegangan dan sudut fasa tiap bus dapat kita lihat pada tabel 4-4 di bawah ini.

**Tabel 4-4**

***Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus GI Bangil Sebelum Rekonfigurasi***

Bus	Tegangan	
	V (p.u)	Sudut (°)
1	1.000	0.000
2	0.985	-0.042
3	0.964	-0.216
4	0.957	-0.421
5	0.948	-0.497
6	0.942	-0.641
7	0.892	-1.395
8	0.889	-1.434
9	0.887	-1.466
10	0.886	-1.479
11	0.886	-1.482
12	0.985	-0.060
13	0.985	-0.062
14	0.984	-0.069
15	0.967	-0.290

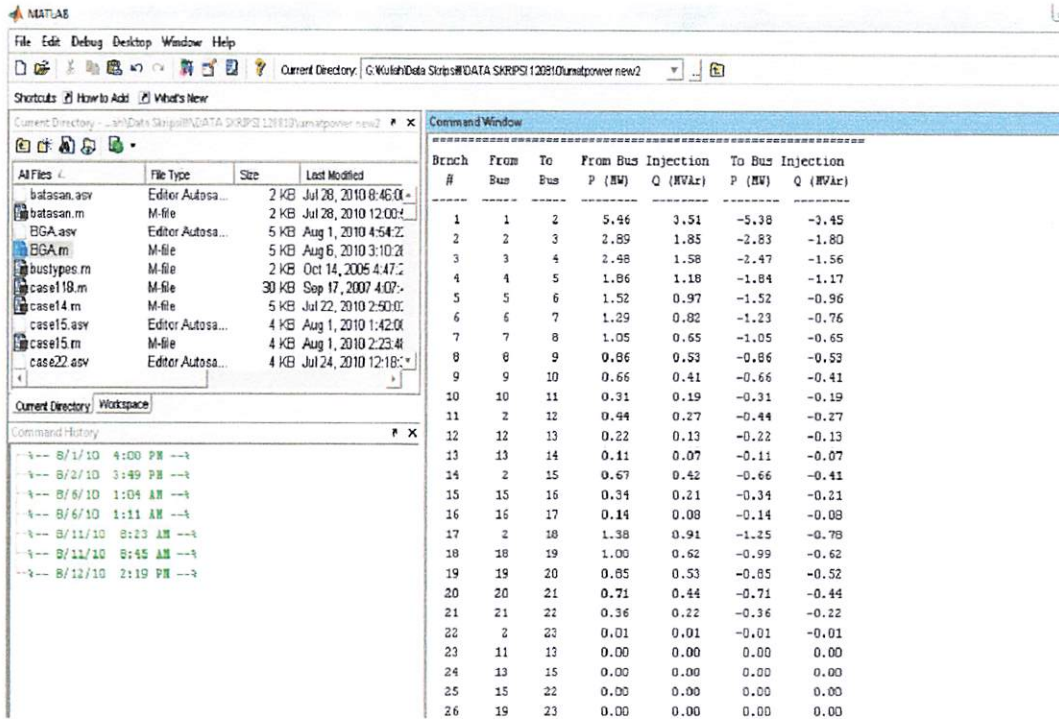
16	0.966	-0.311
17	0.965	-0.318
18	0.879	-1.525
19	0.878	-1.576
20	0.876	-1.549
21	0.874	-1.604
22	0.874	-1.625
23	0.985	-0.043

Dari tabel 4-4 ini dapat terlihat jatuh tegangan yang tidak diizinkan terdapat pada bus 6 s/d bus 11 dan pada bus 18 s/d bus 22 yaitu sebesar 0.88 p.u dan 0.87 p.u. Dimana tegangan yang diizinkan yaitu 0,95 p.u s/d 1,05 p.u.



### 4.5.2. Hasil Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi

Aliran daya antar saluran sebelum rekonfigurasi adalah sebagai berikut :



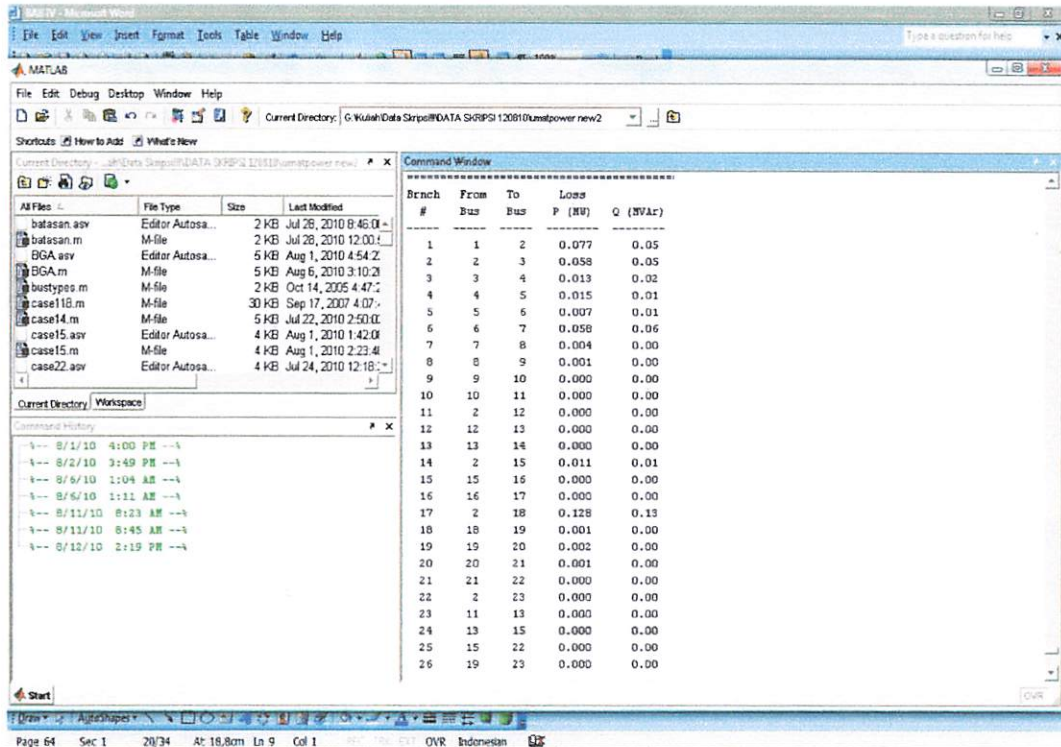
Gambar 4-10

### Tampilan Hasil Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi

Gambar 4-10 memperlihatkan tampilan hasil aliran daya antar saluran untuk daya yang dialirkan sepanjang saluran pada GI Bangil.

### 4.5.3. Hasil Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi

Berikut adalah tampilan rugi-rugi daya antar saluran sebelum rekonfigurasi.



The screenshot shows the MATLAB Command Window displaying a table of power loss data. The table has columns for Branch #, From Bus, To Bus, P (MW), and Q (MVar). The data is as follows:

Branch #	From Bus	To Bus	P (MW)	Q (MVar)
1	1	2	0.077	0.05
2	2	3	0.058	0.05
3	3	4	0.013	0.02
4	4	5	0.015	0.01
5	5	6	0.007	0.01
6	6	7	0.058	0.06
7	7	8	0.004	0.00
8	8	9	0.001	0.00
9	9	10	0.000	0.00
10	10	11	0.000	0.00
11	2	12	0.000	0.00
12	12	13	0.000	0.00
13	13	14	0.000	0.00
14	2	15	0.011	0.01
15	15	16	0.000	0.00
16	16	17	0.000	0.00
17	2	18	0.128	0.13
18	18	19	0.001	0.00
19	19	20	0.002	0.00
20	20	21	0.001	0.00
21	21	22	0.000	0.00
22	2	23	0.000	0.00
23	11	13	0.000	0.00
24	13	15	0.000	0.00
25	15	22	0.000	0.00
26	19	23	0.000	0.00

Gambar 4-11

### *Tampilan Hasil Rugi-Rugi Daya Antar Saluran Sebelum Rekonfigurasi*

Pada gambar 4-11 memperlihatkan hasil rugi-rugi daya antar saluran sebelum adanya rekonfigurasi jaringan. Selanjutnya tabel 4-5 merupakan tabel rugi-rugi daya antar saluran sebelum adanya rekonfigurasi.

**Tabel 4-5**

**Rugi – Rugi Daya Antar Saluran**

<b>Bus Pangkal</b>	<b>Bus Ujung</b>	<b>Rugi – Rugi Daya</b>	
		<b>P (MW)</b>	<b>Q (Mvar)</b>
1	2	0.077	0.05
2	3	0.058	0.05
3	4	0.013	0.02
4	5	0.015	0.01
5	6	0.007	0.01
6	7	0.058	0.06
7	8	0.004	0.00
8	9	0.001	0.00
9	10	0.000	0.00
10	11	0.000	0.00
2	12	0.000	0.00
12	13	0.000	0.00
13	14	0.000	0.00
2	15	0.011	0.01
15	16	0.000	0.00
16	17	0.000	0.00
2	18	0.128	0.13
18	19	0.001	0.00
19	20	0.002	0.00

20	21	0.001	0.00
21	22	0.000	0.00
2	23	0.000	0.00
11	13	0.000	0.00
13	15	0.000	0.00
15	22	0.000	0.00
19	23	0.000	0.00
Total		0.377	0.36

Dari tabel 4-5 terlihat nilai rugi – rugi daya antar saluran, dimana total rugi – ruginya adalah  $P = 0.377$  MW dan  $Q = 0.36$  MVar.

#### 4.6. Analisis Konfigurasi Jaringan dengan Menggunakan Metode *Breeder Genetic Algorithm (BGA)*

Parameter - parameter rancangan untuk *BGA* adalah :

- UkPop = 80 ; Ukuran populasi
- MaxGen = 20 ; Maksimum generasi
- Psilang = 0.95 ; Peluang Pindah Silang
- Pmut = 0.5 ; Peluang Mutasi

Susunan gen pada kromosom individu akan dibangkitkan secara acak, jumlah gen tergantung jumlah *switch* pada penyulang, berarti tiap susunan kromosom terdapat jumlah *switch* gen. Semakin banyak jumlah *switch*, maka semakin banyak pula jumlah gen-nya.

#### 4.6.1. Pembangkitan Populasi Awal

Populasi awal dibangkitkan secara acak dengan susunan kromosom sesuai dengan jumlah *switch*. Pada setiap LBS dikodekan dalam bilangan biner dipilih secara acak 0 (nol) dan 1 (satu) untuk mewakili operasi *switching* pada masing-masing kromosom. Misal pada GI terdapat penyulang-penyulang yang terdiri dari 20 *switch*, maka tiap kromosom terdiri dari 20 gen yang berupa bilangan biner yang mewakili *switch* tersebut, sehingga dapat ditulis untuk populasi yang terdiri dari 4 kromosom:

- V1= [10010111110001110110]
- V2= [00110010101111100111]
- V3= [11100111010101011101]
- V4= [10101010000011111101]

#### 4.6.2. Fungsi Evaluasi (Fungsi Kebugaran - *Fitness*)

Fungsi evaluasi merupakan masalah yang penting dalam GA. Fungsi evaluasi yang baik harus mampu memberikan nilai *fitness* yang sesuai dengan kinerja kromosom. Berkaitan dengan masalah rekonfigurasi jaring distribusi tegangan menengah dengan tujuan mengurangi *losses* daya, maka nilai *fitness* dapat dirumuskan dalam bentuk:

$$F = \frac{1}{(\textit{losses} + 0.01)}$$

Penambahan angka 0.01 untuk menghindari bilamana nilai *losses* (rugi-rugi) menjadi nol.

### 4.6.3. Operator Genetika

Ada 3 (tiga) tahapan yang dilakukan pada operator genetika, yaitu :

- **Seleksi *Etilist***, merupakan seleksi dari kromosom didasarkan atas nilai fitness terbaik.
- ***Crossover*** adalah operator genetika yang utama. Operator ini bekerja dengan memasangkan dua individu sebagai induk (*parent*) untuk mendapatkan kromosom anak (*offspring*). Pasangan kromosom orang tua akan mengalami proses pindah silang dengan cara memotong *string* (kromosom) mereka pada posisi yang terpilih secara acak.
- **Mutasi**. Operator mutasi digunakan untuk melakukan modifikasi satu atau lebih nilai gen dalam individu yang sama. Mencegah kehilangan kemiripan genetik setelah proses pemilihan dan penghapusan.

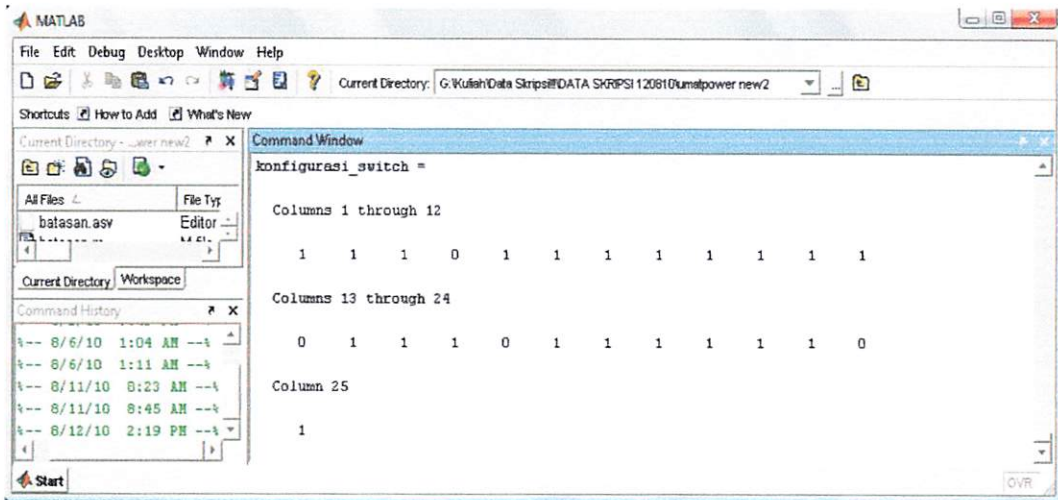
### 4.6.4. Metode *Breeder Genetic Algorithm* (BGA)

Metode seleksi dalam algoritma genetika dilakukan secara random/acak, sehingga ada kemungkinan bahwa kromosom yang sebenarnya sudah baik tidak bisa turut serta pada generasi berikutnya karena tidak lolos seleksi. Untuk itu perlu adanya perbaikan pada algoritma genetika yang dikenal dengan nama *Breeder Genetic Algorithm* (BGA).

Metode *Breeder Genetic Algorithm* dikembangkan oleh *Muhlenbein*, pada BGA ini digunakan parameter  $r$ , yang menunjukkan kromosom-kromosom terbaik. Kromosom-kromosom ini akan tetap dipertahankan pada generasi berikutnya dengan cara menggantikan sebanyak  $r$  kromosom pada generasi tersebut.

#### 4.7. Hasil Analisis Posisi *Open Switch* dalam Konfigurasi Jaringan dengan Menggunakan Metode *Breeder Genetic Algorithm*.

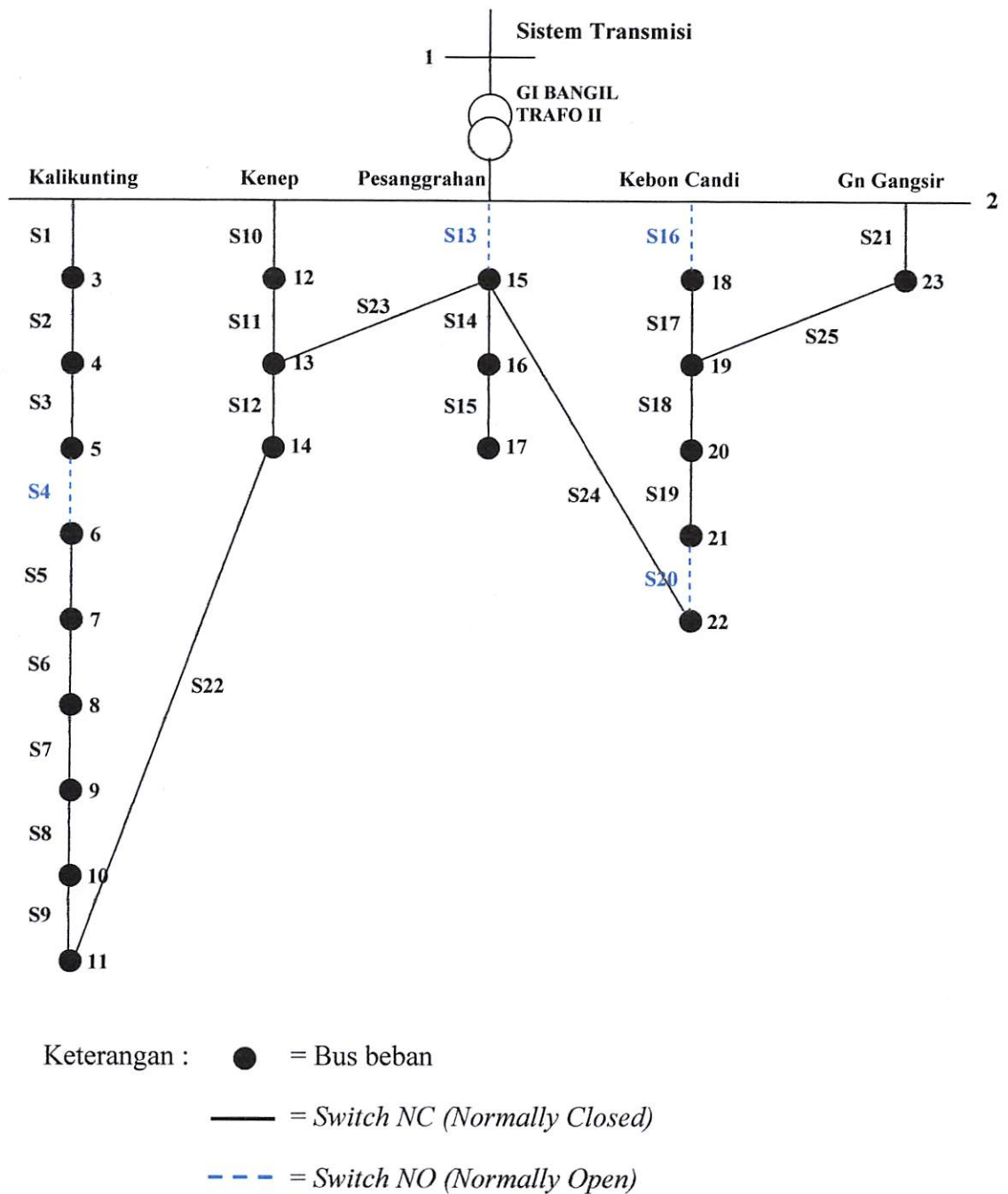
Berikut ini adalah tampilan hasil analisis posisi *open switch* dalam konfigurasi jaringan dengan menggunakan metode *Breeder Genetic Algorithm*.



Gambar 4-12

Tampilan hasil analisis posisi *open switch* dalam konfigurasi jaringan dengan menggunakan metode *Breeder Genetic Algorithm*.

Dari gambar 4-12, dapat dilihat konfigurasi jaringan yang baru dimana posisi *switch* yang terbuka (*normally open switch*) adalah *switch* 4 (s4), *switch* 13 (s13), *switch* 16 (s16) dan *switch* 20 (s20). Sehingga konfigurasi jaringan yang sebelumnya akan berubah seperti pada gambar 4-12.



Gambar 4-13

**Konfigurasi Jaringan Radial setelah Rekonfigurasi**

Gambar 4-13 menunjukkan konfigurasi jaringan radial yang baru setelah dilakukannya proses *Breeder Genetic Algorithm*, terjadi perubahan pada operasi



*switch. Switch normally open* terletak pada *switch* 4 (s4), *switch* 13 (s13), *switch* 16 (s16) dan *switch* 20 (s20).

Perbandingan posisi *switch open* dan *switch closed* pada saat sebelum dan sesudah rekonfigurasi ditunjukkan pada table 4-6.

**Tabel 4-6**

***Perbandingan Posisi Open Switch Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi***

Sebelum Rekonfigurasi			Sesudah Rekonfigurasi		
Bus Pangkal	Bus Ujung	Posisi <i>Switch Open</i>	Bus Pangkal	Bus Ujung	Posisi <i>Switch Open</i>
10	13	s22	5	6	s4
12	14	s23	2	15	s13
14	21	s24	2	18	s16
18	22	s25	21	22	s20

#### 4.8. Analisa Aliran Daya Menggunakan Metode *Newton Raphson* setelah rekonfigurasi

Analisa aliran daya dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan pada tiap bus, sudut fasa pada tiap bus dan rugi – rugi daya antar saluran yang terjadi setelah dilakukan rekonfigurasi.

##### 4.8.1. Hasil Tegangan dan Sudut Fasa Setelah Rekonfigurasi

Berikut adalah tampilan hasil aliran daya untuk mengetahui tegangan dan sudut fasa setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan.

Bus #	Voltage		Generation		Load	
	Mag (pu)	Ang (deg)	P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
1	1.000	0.000	5.20	3.25	-	-
2	0.986	-0.050	-	-	-	-
3	0.977	-0.132	-	-	0.34	0.21
4	0.974	-0.208	-	-	0.61	0.38
5	0.973	-0.222	-	-	0.32	0.20
6	0.967	-0.325	-	-	0.23	0.14
7	0.975	-0.200	-	-	0.18	0.11
8	0.977	-0.187	-	-	0.19	0.12
9	0.978	-0.169	-	-	0.19	0.12
10	0.978	-0.156	-	-	0.35	0.22
11	0.979	-0.146	-	-	0.31	0.19
12	0.981	-0.157	-	-	0.22	0.14
13	0.980	-0.175	-	-	0.11	0.07
14	0.980	-0.182	-	-	0.11	0.07
15	0.977	-0.240	-	-	0.31	0.20
16	0.976	-0.260	-	-	0.21	0.13
17	0.975	-0.267	-	-	0.14	0.08
18	0.967	-0.324	-	-	0.26	0.16
19	0.977	-0.177	-	-	0.15	0.09
20	0.976	-0.155	-	-	0.14	0.09
21	0.974	-0.199	-	-	0.35	0.22
22	0.974	-0.217	-	-	0.36	0.22
23	0.980	-0.177	-	-	0.01	0.01

Gambar 4-14

**Tampilan Hasil nilai Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus  
Setelah Rekonfigurasi**

Pada gambar 4-14 terlihat tampilan hasil dari tegangan dan sudut fasa tiap bus, setelah rekonfigurasi.

Dari hasil perhitungan aliran daya setelah rekonfigurasi terdapat kenaikan tegangan di setiap bus yang sebelumnya terjadi jatuh tegangan yaitu di bus 6 s/d bus 11 dan pada bus 18 s/d bus 22 yaitu sebesar 0.97 p.u. Dimana tegangan yang diizinkan yaitu 0,95 p.u s/d 1,05 p.u, yang artinya bahwa pada bus-bus tersebut telah masuk pada batas tegangan yang diizinkan oleh PLN.

Tabel 4-7 memperlihatkan keadaan tegangan dan sudut fasa setelah rekonfigurasi.

**Tabel 4-7**

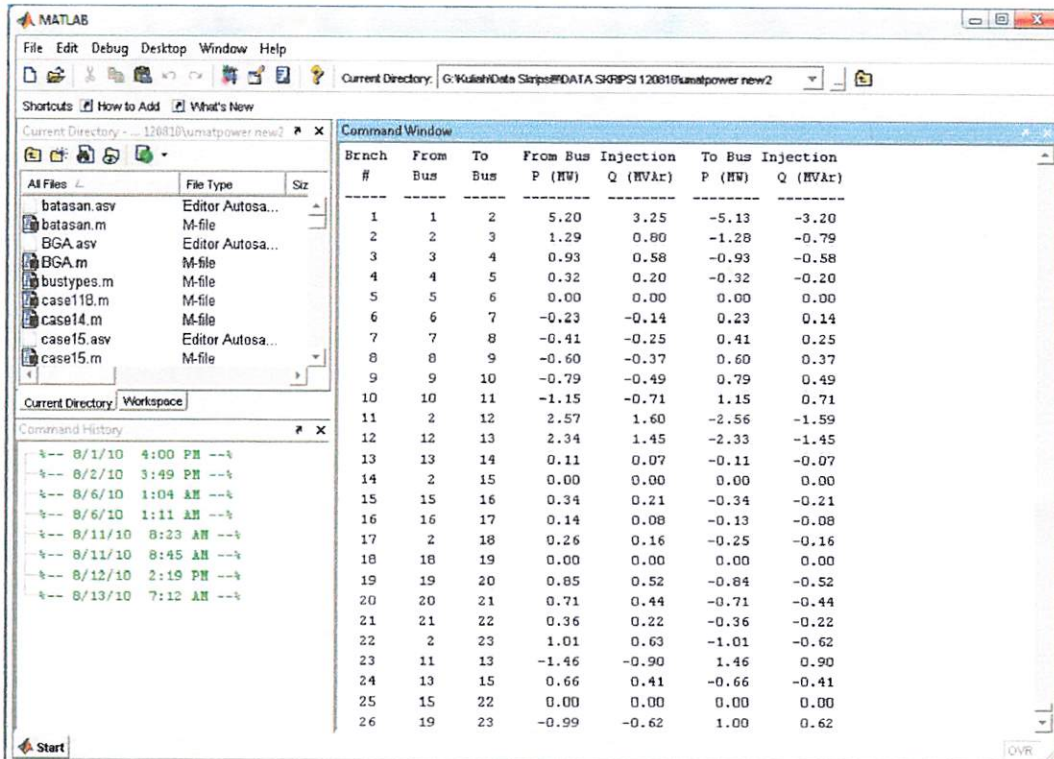
***Tegangan dan Sudut Fasa tiap Bus Setelah Rekonfigurasi***

Bus	Tegangan	
	V (p.u)	Sudut (°)
1	1.000	0.000
2	0.986	-0.050
3	0.977	-0.132
4	0.974	-0.208
5	0.973	-0.222
6	0.966	-0.343
7	0.975	-0.218
8	0.976	-0.205
9	0.977	-0.187
10	0.977	-0.174
11	0.978	-0.163
12	0.980	-0.173
13	0.980	-0.193

14	0.979	-0.200
15	0.975	-0.294
16	0.973	-0.314
17	0.973	-0.321
18	0.978	-0.173
19	0.978	-0.162
20	0.977	-0.150
21	0.977	-0.171
22	0.973	-0.263
23	0.981	-0.163

#### 4.8.2. Hasil Aliran Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi

Berikut ini adalah tampilan hasil aliran daya antar saluran setelah rekonfigurasi.



The screenshot shows the MATLAB Command Window with a table of power flow results. The table has columns for Branch #, From Bus, To Bus, From Bus P (MW), Injection Q (MVar), To Bus P (MW), and Injection Q (MVar). The data is as follows:

Branch #	From Bus	To Bus	From Bus P (MW)	Injection Q (MVar)	To Bus P (MW)	Injection Q (MVar)
1	1	2	5.20	3.25	-5.13	-3.20
2	2	3	1.29	0.80	-1.28	-0.79
3	3	4	0.93	0.58	-0.93	-0.58
4	4	5	0.32	0.20	-0.32	-0.20
5	5	6	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6	7	-0.23	-0.14	0.23	0.14
7	7	8	-0.41	-0.25	0.41	0.25
8	8	9	-0.60	-0.37	0.60	0.37
9	9	10	-0.79	-0.49	0.79	0.49
10	10	11	-1.15	-0.71	1.15	0.71
11	2	12	2.57	1.60	-2.56	-1.59
12	12	13	2.34	1.45	-2.33	-1.45
13	13	14	0.11	0.07	-0.11	-0.07
14	2	15	0.00	0.00	0.00	0.00
15	15	16	0.34	0.21	-0.34	-0.21
16	16	17	0.14	0.08	-0.13	-0.08
17	2	18	0.26	0.16	-0.25	-0.16
18	18	19	0.00	0.00	0.00	0.00
19	19	20	0.85	0.52	-0.84	-0.52
20	20	21	0.71	0.44	-0.71	-0.44
21	21	22	0.36	0.22	-0.36	-0.22
22	2	23	1.01	0.63	-1.01	-0.62
23	11	13	-1.46	-0.90	1.46	0.90
24	13	15	0.66	0.41	-0.66	-0.41
25	15	22	0.00	0.00	0.00	0.00
26	19	23	-0.99	-0.62	1.00	0.62

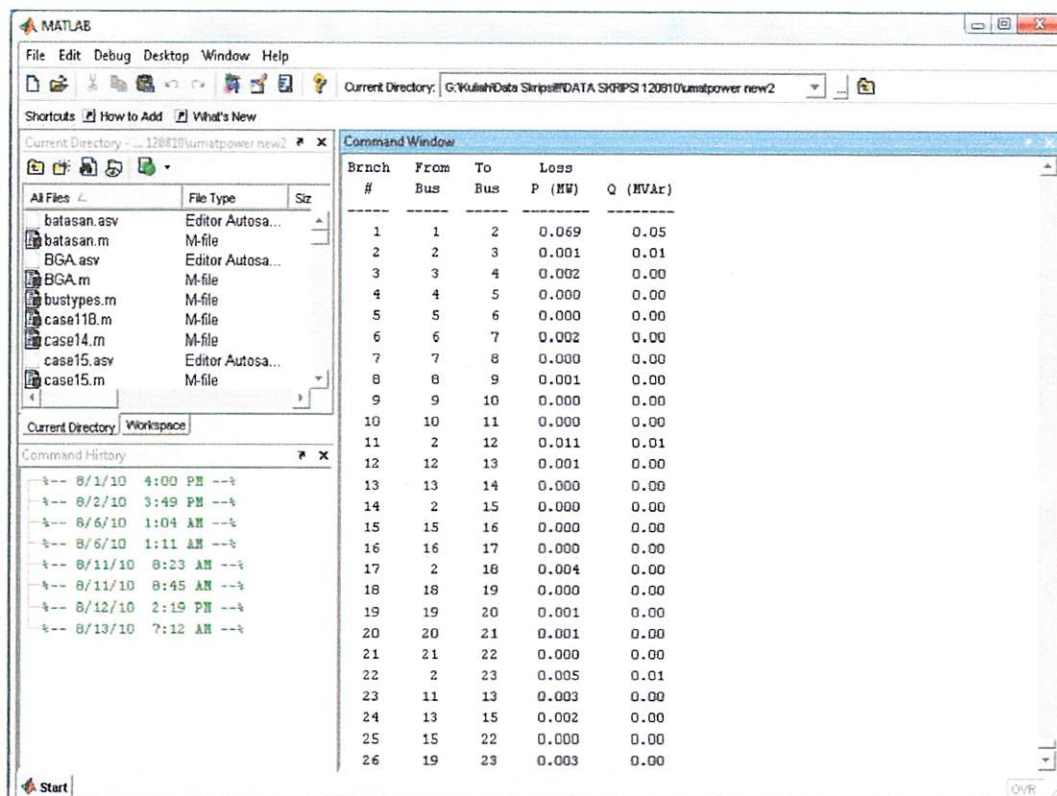
Gambar 4-15

#### Hasil Aliran Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi

Untuk gambar 4-15 terlihat tampilan hasil aliran daya antar saluran dari bus ke bus untuk daya yang dialirkan sepanjang GI Bangil trafo II setelah rekonfigurasi.

### 4.8.3. Hasil Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi

Berikut ini adalah tampilan hasil rugi –rugi daya antar saluran setelah dilakukan rekonfigurasi.



Brnch #	From Bus	To Bus	Loss P (MW)	Q (MVar)
1	1	2	0.069	0.05
2	2	3	0.001	0.01
3	3	4	0.002	0.00
4	4	5	0.000	0.00
5	5	6	0.000	0.00
6	6	7	0.002	0.00
7	7	8	0.000	0.00
8	8	9	0.001	0.00
9	9	10	0.000	0.00
10	10	11	0.000	0.00
11	2	12	0.011	0.01
12	12	13	0.001	0.00
13	13	14	0.000	0.00
14	2	15	0.000	0.00
15	15	16	0.000	0.00
16	16	17	0.000	0.00
17	2	18	0.004	0.00
18	18	19	0.000	0.00
19	19	20	0.001	0.00
20	20	21	0.001	0.00
21	21	22	0.000	0.00
22	2	23	0.005	0.01
23	11	13	0.003	0.00
24	13	15	0.002	0.00
25	15	22	0.000	0.00
26	19	23	0.003	0.00

Gambar 4-16

#### *Tampilan Hasil Rugi-Rugi Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi*

Pada gambar 4-16 memperlihatkan hasil rugi-rugi daya antar saluran, dimana setelah dilakukan rekonfigurasi terjadi penurunan daya. Selanjutnya tabel 4-8 merupakan tabel rugi-rugi daya antar saluran.

**Tabel 4-8**

***Rugi – Rugi Daya Antar Saluran Setelah Rekonfigurasi***

<b>Bus Pangkal</b>	<b>Bus Ujung</b>	<b>Rugi – Rugi Daya</b>	
		<b>P (MW)</b>	<b>Q (Mvar)</b>
1	2	0.069	0.05
2	3	0.011	0.01
3	4	0.002	0.00
4	5	0.000	0.00
5	6	0.000	0.00
6	7	0.002	0.00
7	8	0.000	0.00
8	9	0.001	0.00
9	10	0.000	0.00
10	11	0.000	0.00
2	12	0.014	0.02
12	13	0.001	0.00
13	14	0.000	0.00
2	15	0.000	0.00
15	16	0.000	0.00
16	17	0.000	0.00
2	18	0.000	0.00
18	19	0.000	0.00
19	20	0.000	0.00

20	21	0.000	0.00
21	22	0.000	0.00
2	23	0.004	0.00
11	13	0.003	0.00
13	15	0.004	0.00
15	22	0.001	0.00
19	23	0.002	0.00
Total		0.106	0.10

Dari tabel 4-8 terlihat nilai rugi – rugi daya antar saluran, dimana total rugi - rugi setelah rekonfigurasi adalah  $P = 0.116$  MW dan  $Q = 0.10$  MVar.

#### 4.9. Perbandingan Rugi – Rugi Daya Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi

Dari tabel 4-5, dapat diketahui total rugi-rugi daya sebelum adanya rekonfigurasi jaringan adalah  $P = 0.377$  MW dan  $Q = 0.36$  Mvar, sedangkan dari tabel 4-8 dapat diketahui total rugi - rugi daya setelah rekonfigurasi adalah  $P = 0.116$  MW dan  $Q = 0.10$  MVar. Selisih rugi – rugi dayanya adalah  $P = 0.377 - 0.116 = 0.261$  MW dan  $Q = 0.36 - 0.10 = 0.26$  MVar. Jadi rugi – rugi daya yang dapat ditekan adalah  $P = 69.23$  % dan  $Q = 72.22$  %.

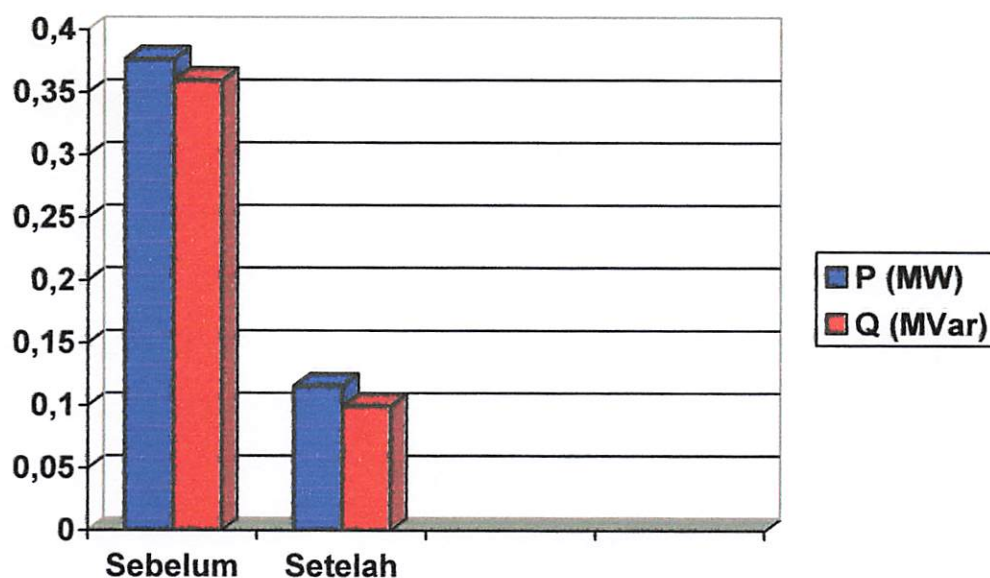


*Tabel 4-9*

*Perbandingan Rugi-Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi*

Total Rugi-Rugi Daya Sebelum Rekonfigurasi		Total Rugi-Rugi Daya Setelah Rekonfigurasi	
P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
0.377	0.36	0.116	0.10

Jika digambarkan dalam sebuah grafik, maka perbandingan dan selisih rugi – rugi daya sebelum dan setelah rekonfigurasi dapat dilihat pada grafik 4-1 di bawah ini.



*Grafik 4-1*

*Perbandingan Rugi – Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi*

Grafik 4-1 menunjukkan perbandingan dan selisih rugi – rugi daya sebelum dan setelah dilakukan rekonfigurasi.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

- Dari hasil rekonfigurasi jaringan menggunakan metode *Breeder Genetic Algorithm* maka didapat hasil *switch open* yang baru yaitu *switch 4 (s4)*, *switch 13 (s13)*, *switch 16 (s16)* dan *switch 20 (s20)*. Dimana sebelum dilakukan rekonfigurasi posisi *switch open* terletak *switch 22*, *switch 23*, *switch 24* dan *switch 25*.
- Total rugi-rugi daya saluran sebelum rekonfigurasi adalah 0.377 MW dan 0.36 MVar. Sedangkan total rugi-rugi daya saluran setelah rekonfigurasi adalah 0.116 MW dan 0.10 MVar. Selisih rugi – rugi dayanya adalah  $P = 0.377 - 0.116 = 0.261$  MW dan  $Q = 0.36 - 0.10 = 0.26$  MVar. Jadi rugi – rugi daya yang dapat ditekan adalah  $P = 69.23 \%$  dan  $Q = 72.22 \%$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indra Partha, Gede. 2006. Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik menggunakan *Breeder Genetic Algorithm* (BGA). Bali ; Universitas Udayana.
- [2] Ir. Basri, Hasan. 1996. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta Selatan ; Balai Penerbit dan Humas ISTN Bumi Srengseng Indah.
- [3] Suhadi, Bambang. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- [4] Stevenson, Williams D, Jr. 1996. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Jakarta : Penerbit Erlangga Edisi ke Empat.
- [5] Muhlenbein, H. & Schlierkamp-Voosen, D. 1992. *Predictive Models for the Breeder Genetic Algorithm*, GMD.

*LAMPIRAN A*



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

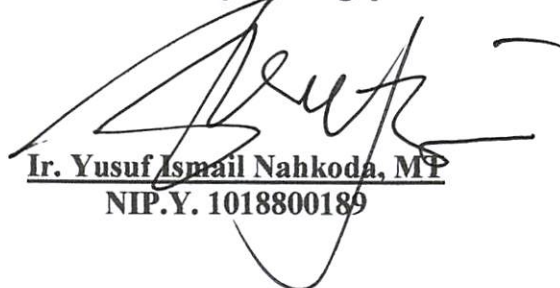
Nama : Augusto Tri Hardiansyah  
Nim : 05.12.016  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : **REKONFIGURASI JARINGAN UNTUK MEREDUKSI RUGI – RUGI DAYA MENGGUNAKAN METODE BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA) PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV G.I. BANGIL**

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

Hari : Jumat  
Tanggal : 20 Agustus 2010  
Dengan nilai : 78 (B+) *Bu*

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

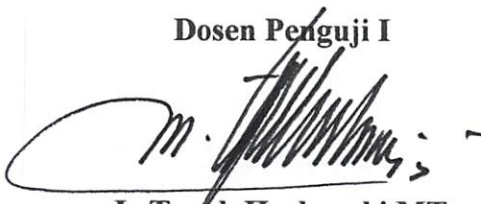
Mengetahui,  
Ketua Majelis Penguji



Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MP  
NIP.Y. 1018800189

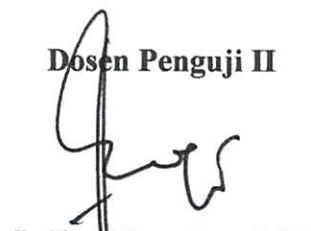
**ANGGOTA PENGUJI**

Dosen Penguji I



Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP.Y.1038900209

Dosen Penguji II



Ir. Eko Nurcahyo, MT  
NIP.Y.1028700172



### LEMBAR ASISTENSI

Nama : AGUSTO TRI HARDIANSYAH  
Nim : 05.12.016  
Masa bimbingan : Januari 2010 – Juli 2010  
Judul Skripsi : **REKONFIGURASI JARINGAN UNTUK MEREDUKSI RUGI – RUGI DAYA MENGGUNAKAN METODE BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA) PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV G.I BANGIL**

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	19/02 2010	Selesaikan bab IV	
2.	10/05 2010	Rampatkan Bab V.	
3.	5/06 2010	Selesaikan Bab III, Bab II.	
4.	10/Revisi 2010	Revisi Bab IV. selesikan proses gambar 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5	
5.	13/8 2010	Revisi Bab II, Tuliskan Teori untuk mendukung bab IV	
6.	14/8 2010	Revisi Bab III. Terori model sya.	
7.	20/08 2010	Free Seminar. Ujian	
8.			
9.			
10.			

Dosen Pembimbing

(Ir.H. Taufik Hidayat, MT)

NIP Y. 101.8700151



### LEMBAR ASISTENSI

Nama : AGUSTO TRI HARDIANSYAH  
Nim : 05.12.016  
Masa bimbingan : Januari 2010 – Juli 2010  
Judul Skripsi : **REKONFIGURASI JARINGAN UNTUK MEREDUKSI RUGI – RUGI DAYA MENGGUNAKAN METODE BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA) PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV G.I BANGIL**

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	12/02 2010	Selesaikan Bab II , Bab III	
2.			
3.	5/06 2010	Selesaikan Bab IV	
4.			
5.	10/08 2010	Revisi Bab IV , Lanjutkan Bab V	
6.			
7.	13/08 2010	Revisi Bab II , Bab III	
8.			
9.	16/08 2010	ACC seminar Harit .	
10.			

Dosen Pembimbing

( Ir. Choirul Saleh, MT )  
NIP Y. 101.8800190



**P.T. PLN (PERSERO)  
DISTRIBUSI JAWA TIMUR  
AREA PELAYANAN & JARINGAN PASURUAN**

Panglima Sudirman No. 69 Pasuruan 67115

Telpon : (0343) 426515 s/d 426517

Pos : -

Telex : -

Faximile : (0343) 426518

Alamat Kawat : PLN PSR

No. : 0248/041 /APJ-PSR/2010  
Lampiran : -  
Perihal : SURVEY

9 MAR 2010

KEPADA  
YTH. INSTITUT TEKNOLOGI  
NASIONAL MALANG  
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2  
MALANG 65145

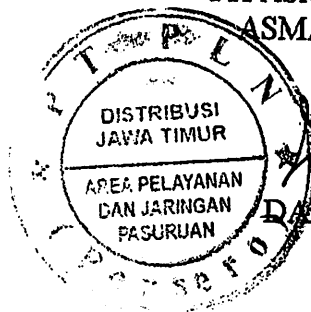
Sehubungan surat Saudara No : ITN – 255 /III.TA-2/2/10 tanggal 11 Pebruari 2010 tentang Survey di PT PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Pasuruan, dengan ini diberitahukan bahwa pada prinsipnya kami dapat mengijinkan Permohonan Saudara dengan catatan sebagai berikut :

1. Survey dilaksanakan mulai tanggal 15 Maret 2010 s/d 25 Maret 2010.
2. Data yang diminta hendaknya terbatas pada hal-hal yang bersifat umum dan dipergunakan untuk keperluan ilmiah.
3. Mahasiswa yang diijinkan melaksanakan Survey 1 (satu) Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik sbb :

- AGUSTO TRI H. (05.12.016)

Demikian untuk diketahui dan atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

PH ASMAN SDM & ADM  
ASMAN KEUANGAN



*Asmanto*  
DARMANTO, SE

Tembusan :  
A UPJ BANGIL



*LAMPIRAN B*

## REKONFIGURASI JARING DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN BREEDER GENETIC ALGORITHM (BGA)

Cok. Gede Indra Partha  
email: [cokindra@yahoo.com](mailto:cokindra@yahoo.com)  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Unud  
Kampus Bukit Jimbaran Bali

### Abstrak

*Kebutuhan akan daya listrik saat ini semakin meningkat, seiring dengan perkembangan teknologi, cara hidup, kebutuhan dan budaya di daerah tersebut. Untuk itu keandalan dan kontinuitas pelayanan, sistem transmisi dan distribusi perlu ditingkatkan untuk memperoleh pelayanan yang optimal dengan losses terendah. Pada penelitian ini digunakan metode Breeder Algoritma Genetika (BGA) yang telah dikembangkan dalam optimasi beban seimbang untuk rekonfigurasi jaring distribusi tegangan menengah (JTM). Proses optimasi beban dilakukan dengan cara merubah switch-switch pada penyulang (sebagai gen-gen dalam kromosom) jaring distribusi sehingga diperoleh jaring distribusi yang paling optimal. Hasil analisis menggunakan BGA menunjukkan konfigurasi baru yang optimal dengan losses terendah serta lebih cepat konvergen jika dibandingkan dengan Genetic Algorithm (GA) biasa.*

**Kata Kunci:** *Breeder Genetic Algorithm BGA, Rekonfigurasi jaring distribusi.*

### 1. PENDAHULUAN

Penggunaan tenaga listrik merupakan suatu kebutuhan atau tuntutan hidup yang tidak dapat dipisahkan dalam menunjang segala aktivitas sehari-hari. Meningkatnya aktivitas kehidupan manusia secara langsung akan mengakibatkan tingginya permintaan energi listrik yang mengakibatkan penambahan beban pada jaring listrik.

Secara otomatis penambahan beban listrik akan mengakibatkan adanya perluasan jaring listrik. Apabila beban ini cukup besar, maka arus yang mengalir di jaring listrik dan jatuh tegangan semakin besar (toleransi +5% dan -5%).

Panjangnya jaring listrik mengakibatkan perbedaan tegangan antara sisi kirim dan sisi terima menjadi berbeda, makin panjang jaring, maka perbedaan tegangan semakin besar karena pengaruh rugi-rugi (losses) pada jaring tersebut. Turunnya tegangan sering terjadi pada sistem tenaga listrik yang kapasitasnya terbatas, sehingga pada jam-jam tertentu (pada beban puncak) tegangan pada ujung sisi terima semakin rendah, bahkan melampaui batas-batas toleransi, sedangkan pada jam-jam dimana beban listriknya berkurang, tegangan listriknya akan kembali normal.

Sistem distribusi biasanya terdiri dari beberapa penyulang/feeder dengan sistem jaring radial dimana antara penyulang yang satu dengan yang lainnya dapat dihubungkan dengan mengoperasikan sectionalizing switches/LBS. Sectionalizing switches dengan posisi terbuka pada kondisi normal ini sangat berperan untuk proses rekonfigurasi sistem jaring sehingga losses dapat dikurangi. Jika suatu penyulang mengalami gangguan, daerah yang padam sementara dapat disuplai kembali secara cepat dengan membuat konfigurasi jaring baru dengan mengoperasikan beberapa sectionalizing switches. Dalam jaring distribusi tenaga listrik, mengubah status

sectionalizing switches dari normaly open (NO) ke normaly closed (NC) atau sebaliknya merupakan perubahan struktur topologi dari jaring distribusi. Dalam operasi sistem tenaga listrik rekonfigurasi bertujuan untuk mengurangi losses, sehingga kualitas tegangan listrik menjadi lebih baik.

Banyaknya alternatif rekonfigurasi sistem baru yang mungkin dibuat, akan menyulitkan operator menentukan pilihan konfigurasi yang tepat. Oleh karena itu diperlukan suatu metode agar didapatkan konfigurasi baru yang optimal dan dengan losses terendah.

Permasalahan konfigurasi jaring listrik dengan losses daya terendah ini akan diselesaikan dengan memodelkan ke dalam metode Intelligent Computation yaitu Breeder Genetic Algorithm. Dengan metode ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dan dapat mengoptimasi fungsi-fungsi obyektif tersebut secara cepat serta akurat dan hasilnya dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan konfigurasi jaring yang optimal dengan losses terendah.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

Optimasi konfigurasi jaring distribusi telah berkembang sangat pesat, seperti metode single-period dan multi-period [1], tetapi kedua model tersebut sangat baik digunakan untuk sistem linier saja. Permasalahan optimasi pada kondisi riil lebih banyak ditemukan sistem yang tak linier, sehingga penggunaan metode single-period dan multi-period memberikan hasil yang kurang valid. Metode optimasi dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan metode Intelligent Computation seperti Fuzzy Logic, Simulasi Annealing, Tabu Search, Genetic Algorithm dan Imune System. Metode komputasi Genetic Algorithm (GA) telah banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi tak linier [2], [8], dalam

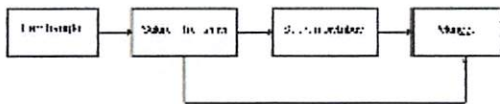
bukunya menggunakan metode Genetic Algorithm dalam menyelesaikan permasalahan optimasi di Industri. Metode GA kemudian berkembang penggunaannya ke berbagai bidang ilmu, salah satunya diaplikasikan dalam optimasi disain jaring distribusi [3], [7]. Dalam penelitiannya digunakan metode GA kode biner untuk mendisain sistem distribusi yang optimal. Kode biner GA sangat baik digunakan untuk mendapatkan hasil yang memerlukan ketelitian.

Perkembangan metode GA terus berkembang mendisain sistem distribusi optimal. Kodifikasi non-biner telah dipilih karena kesederhanaan dan kemampuannya untuk memasukkan informasi lebih dari bilangan biner [4]. Algoritma ini telah diterapkan dalam sistem distribusi yang besar dan diperoleh penyelesaian global optimal atau penyelesaian yang sangat mendekati pada titik optimal sebenarnya. Aplikasi lainnya dari metode GA yaitu dalam optimasi jaring distribusi dengan cara mengoptimalkan penyulang-penyulang primer untuk sistem yang tak seimbang dan lossesnya dapat dikurangi [5].

Pengembangan metode GA telah berkembang terus, oleh Muhlenbein dalam buku penyelesaian masalah optimasi dengan teknik heuristik mengembangkan metode Breeder GA (BGA). Kelebihan dalam metode BGA adalah dalam setiap pembentukan generasi baru (regenerasi), kromosom dengan nilai terbaik sebelumnya akan menggantikan generasi baru yang memiliki fitness terjelek (untuk menghindari kehilangan nilai yang terbaik karena proses acak). Hasil simulasi menunjukkan dengan metode BGA memberikan hasil yang lebih cepat konvergen dibandingkan metode GA.

2.1. Sistem Jaring Distribusi 20 kV

Pembangkit listrik umumnya berada jauh dari pusat beban, terlebih-lebih pembangkit listrik berskala besar, sehingga untuk menyalurkan tenaga listrik tersebut sampai ke konsumen atau pusat beban maka tenaga listrik tersebut harus disalurkan seperti gambar 1.



Gambar 1. Bagan Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Sistem jaring distribusi dapat dibedakan menjadi dua yaitu sistem jaring distribusi primer dan sistem jaring distribusi sekunder. Kedua sistem tersebut dibedakan berdasarkan tegangan kerjanya. Pada umumnya tegangan kerja pada sistem jaring distribusi primer adalah 20kV, sedangkan tegangan kerja pada sistem jaring distribusi sekunder adalah 380/220V [6].

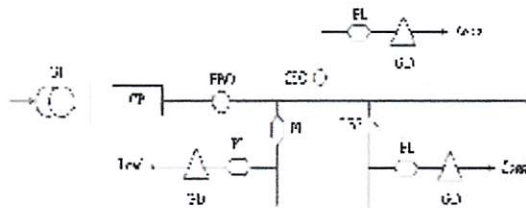
2.2. Konfigurasi Jaring Distribusi

Dalam distribusi jaring tegangan menengah, dikenal beberapa macam sistem jaring, dimana masing-masing sistem mempunyai kelebihan dan kekurangan. Dasar pemilihan suatu sistem tergantung dari tingkat kepentingan konsumen atau daerah beban itu sendiri yang meliputi:

- 1. Kontinuitas pelayanan yang baik.
2. Kualitas daya yang baik.
3. Luas dan penyebaran daerah beban yang dilayani seimbang.
4. Kondisi dan situasi lingkungan.
5. Kerapatan beban pada daerah yang dihendaki.
6. Regulasi tegangan.
7. Sistem penyambungan beban.
8. Pertimbangan faktor teknis dan ekonomis.
9. Perencanaan dan besar kapasitas gardu distribusi.
10. Keperluan darurat penambahan daya listrik pada penyulang.

2.3. Jaring Distribusi Tegangan Menengah Tipe Radial

Sistem konfigurasi tipe radial ini merupakan bentuk dasar dari semua jaring yang ada dan merupakan konfigurasi yang paling sederhana serta biaya investasi yang relatif murah [8], seperti pada gambar 2, sehingga banyak digunakan pada jaring distribusi menengah.



Gambar 2. Jaring Distribusi Tipe Radial

2.4. Rekonfigurasi Jaring Distribusi

Dari beberapa tipe jaring, kebanyakan tipe jaring yang digunakan pada penyulang distribusi listrik adalah tipe radial. Hal ini untuk memudahkan koordinasi dalam sistem keamanannya. Pada penyulang distribusi terdiri dari dua jenis switch yaitu switch normally close (NC) dan switch normally open (NO). Dalam kondisi terjadi gangguan, switch NC akan terbuka untuk mengisolasi gangguan pada cabang jaring, pada saat yang sama switch NO akan menutup untuk mengalihkan beberapa atau semua bagian dari cabang jaring yang diisolasi ke penyulang lain atau ke cabang lain dalam penyulang yang sama.

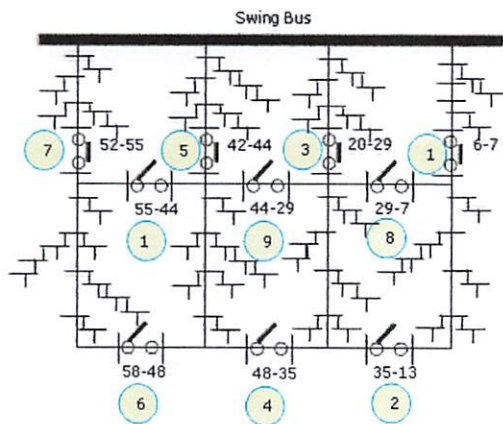
Rekonfigurasi jaring merupakan proses pembentukan struktur topological dari penyulang distribusi dengan mengubah status dari switch. Selama kondisi operasi normal rekonfigurasi jaring bertujuan untuk mengurangi losses dan menyeimbangkan beban-beban dalam jaring [7].

### 3. REKONFIGURASI JARING MENG GUNAKAN BREEDER GENETIC ALGORITHM

#### 3.1. Jaring Tegangan Menengah (JTM)

Jaring tegangan menengah terdiri dari beberapa penyulang yang melayani beban-beban baik perumahan, maupun industri. Pada jaring ini terdapat Load break switch (LBS) sebagai switch yang digunakan untuk pemulihan pelayanan.

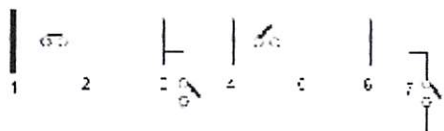
Dalam operasi normal (tidak ada gangguan/pertumbuhan daya) jaring tegangan menengah ini akan digunakan sebagai bahan simulasi untuk menunjukkan efektifitas dari pada BGA, keadaan load break switch (LBS) seperti ditunjukkan pada gambar 3. Jenis penghantar yang digunakan pada penyulang JTM adalah penghantar A3C dengan ukuran 70 mm<sup>2</sup>, 95 mm<sup>2</sup> dan 150 mm<sup>2</sup>.



Gambar 3. Jaring Distribusi

#### 3.2. Kodifikasi Kromosom dari Switch pada Penyulang

Susunan gen pada kromosom individu akan dibangkitkan secara acak, jumlah gen tergantung jumlah LBS (sebagai switch pada penyulang) berarti tiap susunan kromosom terdapat jumlah LBS gen. Semakin banyak jumlah LBS, maka semakin banyak pula jumlah gen-nya. Pada gambar 4, ditunjukkan contoh penyulang yang terdiri dari GI sebagai slack bus (bus1) dan penyulang yang terdiri dari beberapa beban/transformato sebagai load bus (bus 2 dan seterusnya) serta 4 buah LBS sebagai switch.



Gambar 4. Pengkodean JTM pada bus

Jadi pada gambar 4 tersebut menunjukkan satu sistem yang dinyatakan sebagai satu kromosom yang terdiri dari 4 gen yang menyatakan LBS/switch.

#### 3.3. Pembangkitan Populasi Awal

Populasi awal dibangkitkan secara acak dengan susunan kromosom sesuai dengan jumlah LBS/switch. Pada setiap LBS dikodekan dalam bilangan biner dipilih secara acak 0 (nol) dan 1 (satu) untuk mewakili operasi switching pada masing-masing kromosom.

Misal pada GI terdapat penyulang-penyulang yang terdiri dari 20 LBS/switch, maka tiap kromosom terdiri dari 20 gen yang berupa bilangan biner yang mewakili LBS/switch tersebut, sehingga dapat ditulis untuk populasi yang terdiri dari 4 kromosom:

$$V_1 = [10010111110001110110]$$

$$V_2 = [00110010101111100111]$$

$$V_3 = [11100111010101011101]$$

$$V_4 = [10101010000011111101]$$

#### 3.4. Fungsi Evaluasi (Fungsi Kebugaran-fitness)

Fungsi evaluasi merupakan masalah yang penting dalam GA. Fungsi evaluasi yang baik harus mampu memberikan nilai fitness yang sesuai dengan kinerja kromosom. Berkaitan dengan masalah rekonfigurasi jaring distribusi tegangan menengah dengan tujuan mengurangi losses daya, maka nilai fitness dapat dirumuskan dalam bentuk:

$$F = \frac{1}{(Losses + 0.01)}$$

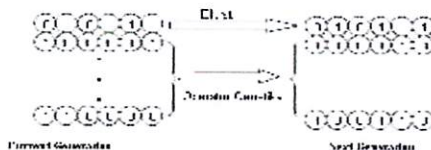
Penambahan angka 0.01 untuk menghindari floating point bilamana nilai losses (rugi-rugi) menjadi nol.

#### 3.5. Operasi Genetika

##### 3.5.1. Seleksi Elitist

Model seleksi elitist merupakan pendekatan sampling deterministik, seleksi dari kromosom didasarkan atas nilai fitness terbaik. Pendekatan ini memungkinkan kromosom terbaik selalu muncul pada setiap generasi. Algoritma dari model elitist diperlihatkan pada gambar 5, dapat diuraikan sebagai berikut:

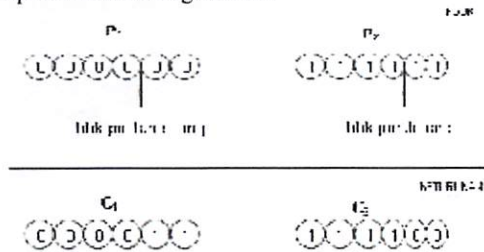
1. Menghitung nilai fitness setiap individu.
2. Memilih individu dengan fitness terbaik.
3. Mengcopykan fites terbaik pada generasi.
4. Kromosom lainnya yang dibentuk dalam generasi selanjutnya melalui proses operator genetika.



Gambar 5. Pembentukan next generation dalam Algoritma Genetika.

**3.5.2. Crossover**

Crossover adalah operator genetika yang utama. Operator ini bekerja dengan memasang dua individu sebagai induk (parent) untuk mendapatkan kromosom anak (offspring). Pasangan kromosom orang tua akan mengalami proses pindah silang dengan cara memotong string (kromosom) mereka pada posisi yang terpilih secara acak, untuk memproduksi dua segmen head dan dua segmen tail. Metode crossover yang digunakan pada algoritma genetika adalah crossover satu titik (single-point crossover). Metode ini memilih satu titik sebagai posisi persilangan, sebelah kanan titik persilangan akan ditukarkan dari kedua induk kromosom untuk menghasilkan kromosom anak. Proses crossover dapat dilihat dalam gambar 6.



Gambar 6. Ilustrator operasi crossover

**3.5.3. Mutasi**

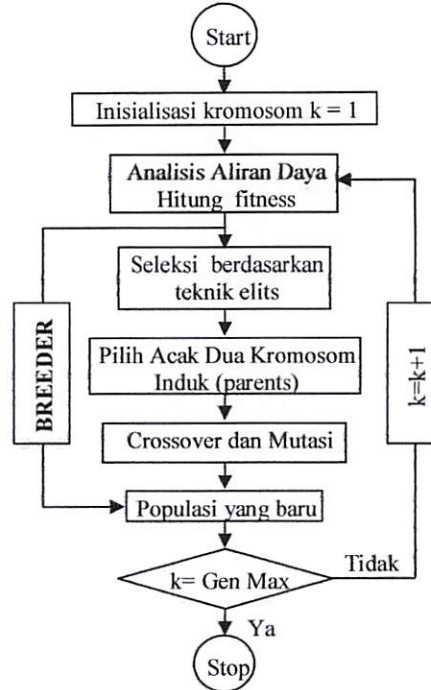
Operator mutasi digunakan untuk melakukan modifikasi satu atau lebih nilai gen dalam individu yang sama. Mutasi memastikan bahwa probabilitas untuk pencarian pada daerah tertentu dalam persoalan tidak akan pernah nol dan mencegah kehilangan kemiripan genetic setelah proses pemilihan dan penghapusan. Mutasi ini bukanlah operator genetic yang utama, yang dilakukan secara acak pada gen dengan kemungkinan yang kecil ( $P_m$  sekitar 0,01).

**3.6. Metode Breeder Genetic Algorithm (BGA)**

Metode seleksi dalam algoritma genetika dilakukan secara random/acak, sehingga ada kemungkinan bahwa kromosom yang sebenarnya sudah baik tidak bisa turut serta pada generasi berikutnya karena tidak lolos seleksi. Untuk itu perlu adanya perbaikan pada algoritma genetika yang dikenal dengan nama Breeder Genetic Algorithm (BGA).

Metode Breeder Genetic Algoritm dikembangkan oleh Muhlenbein, pada BGA ini digunakan parameter  $r$ , yang menunjukkan kromosom-kromosom terbaik. Kromosom-kromosom ini akan tetap dipertahankan pada generasi berikutnya dengan cara menggantikan sebanyak  $r$  kromosom pada generasi tersebut.

**3.7. Flowchart Breeder Genetic Algorithm**



Gambar 7. Flowchart Breeder GA

**4. HASIL DAN ANALISIS.**

**4.1. Parameter Kontrol**

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Data Parameter Kontrol.

No	PARAMETER	VALUE
1	Power factor	0,9
2	Crossover rate	0,45
3	Mutasi rate	0,01
4	Jumlah Populasi	80
5	Generasi	100
6	Tegangan Nominal (Kv)	20
7	Base Power (MVA)	100
8	Magnitude Tegangan (p.u)	$V^{max} = 1.04$

**4.2. Penghantar Sistem Distribusi 20kV**

Pada tabel 2. menunjukkan data-data parameter penghantar sistem distribusi 20kV.

Tabel 2. Data Parameter Penghantar.

Penghantar	D (mm <sup>2</sup> )	r (Ω)	x (Ω)	KHA (A)
CU XLPE	240	0.1610	0.0980	358
AL XLPE	150	0.2650	0.1060	272
AAAC	150	0.2375	0.3002	425
AAAC	95	0.3744	0.3321	320
AAAC	70	0.5303	0.3406	255

**4.3. Data Transformator Sistem Distribusi 20kV**

Pada tabel 3. ditunjukkan data-data parameter transformator sistem distribusi 20kV.

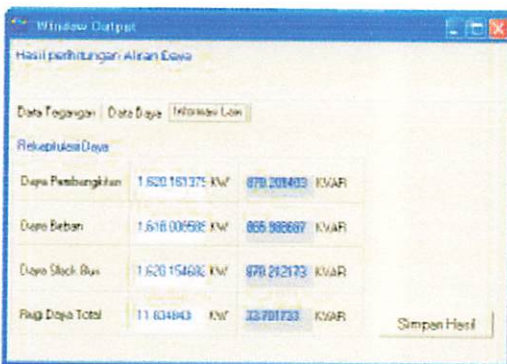
Tabel 3. Data Parameter Transformator.

KVA	z (%)	x (%)	r (%)
25	4	1.70	3.62
50	4	1.60	3.67
100	4	1.60	3.67
160	4	1.25	3.30
200	4	1.25	3.30
250	4	1.20	3.82
315	4	1.24	3.80
400	4	1.15	3.83
630	4	1.03	3.86

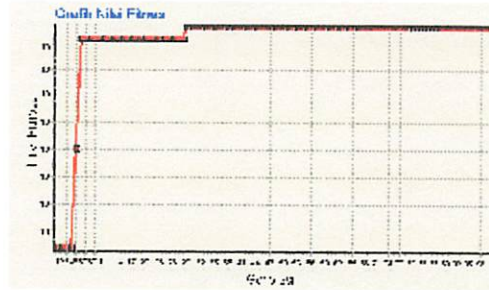
**4.4. Hasil analisis aliran daya pada penyulang-penyulang dengan menggunakan metode Breeder GA.**

1. Hasil menggunakan metode konvensional GA seperti pada gambar 8, didapatkan hasil losses daya total untuk daya aktif sebesar 11,834843 KW dan untuk daya reaktif sebesar 33,701733 KVAR.
2. Hasil menggunakan metode Breeder Genetic Algorithm (BGA) didapat hasil yang sama dengan metode GA gambar 8, tetapi ditekankan pada proses konvergen losses daya, dimana dengan menggunakan GA konvergen dicapai pada generasi ke 29 sedangkan dengan menggunakan BGA konvergen losses daya total pada generasi ke 13. Jadi dengan menggunakan BGA lebih cepat konvergen jika dibandingkan dengan GA biasa.

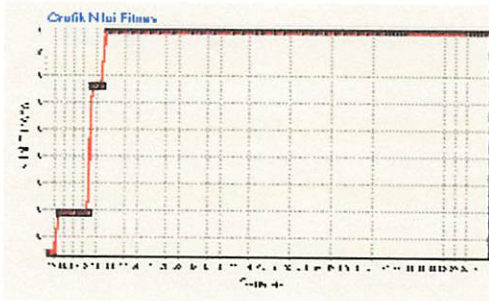
Gambar 9. memperlihatkan grafik fungsi fitness dari metode GA yang konvergen pada generasi ke 29 dan gambar 10. menunjukkan grafik fungsi fitness dari BGA yang konvergen pada generasi ke 13.



Gambar 8. Hasil Perhitungan Output GA.



Gambar 9. Grafik Nilai Fitness GA



Gambar 10. Grafik Nilai Fitness Breeder GA

Perhitungan losses daya sebelum direkonfigurasi menggunakan program EDSA TECHNICAL 2000 ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Generasi Daya Program EDSA Tech. 2000

ITEM	P (KW)	Q (KVAR)	Pf (%)
Swing Bus	1758.506	973.659	87.49
Generator	0.000	0.000	0.00
Total Load	1746.228	93.990	88.10
Total Loss	12.278	35.668	
Mismatch	0.000	0.000	

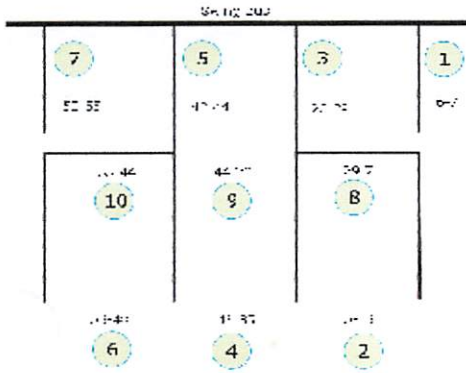
Hasil rekonfigurasi didapatkan sistem jaring yang radial dengan penurunan losses daya aktif sebesar 12.278KW-11.834843 KW =0.443157 KW (3.7%).

Pengujian jatuh tegangan rekonfigurasi sistem baru dilakukan dengan menggunakan program EDSA Technical 2000, didapat hasil jatuh tegangan tidak melebihi batas-batas toleransi (+5% dan -5%), yang terkecil 0.01% dan terbesar 2.5%. Data selengkapnya ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Analisis jatuh tegangan dengan EDSA Tech. 2000

NO	Penyulang	Jatuh Tegangan	
		Min (%)	Mak (%)
1	P <sub>1</sub>	0.01	4.61
2	P <sub>2</sub>	2.5	0.95
3	P <sub>3</sub>	2.5	1
4	P <sub>4</sub>	2.5	0.74

Hasil rekonfigurasi sitem didapatkan sistem radial seperti ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil Rekonfigurasi Jaring Radial

North Carolina State University. North Carolina. 1988.  
 [8] Debapriya Das, "A Fuzzy Multiobjective Approach for Network Reconfiguration of Distribution Systems", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 21, No. 1, January 2006, p.202.

**5. KESIMPULAN**

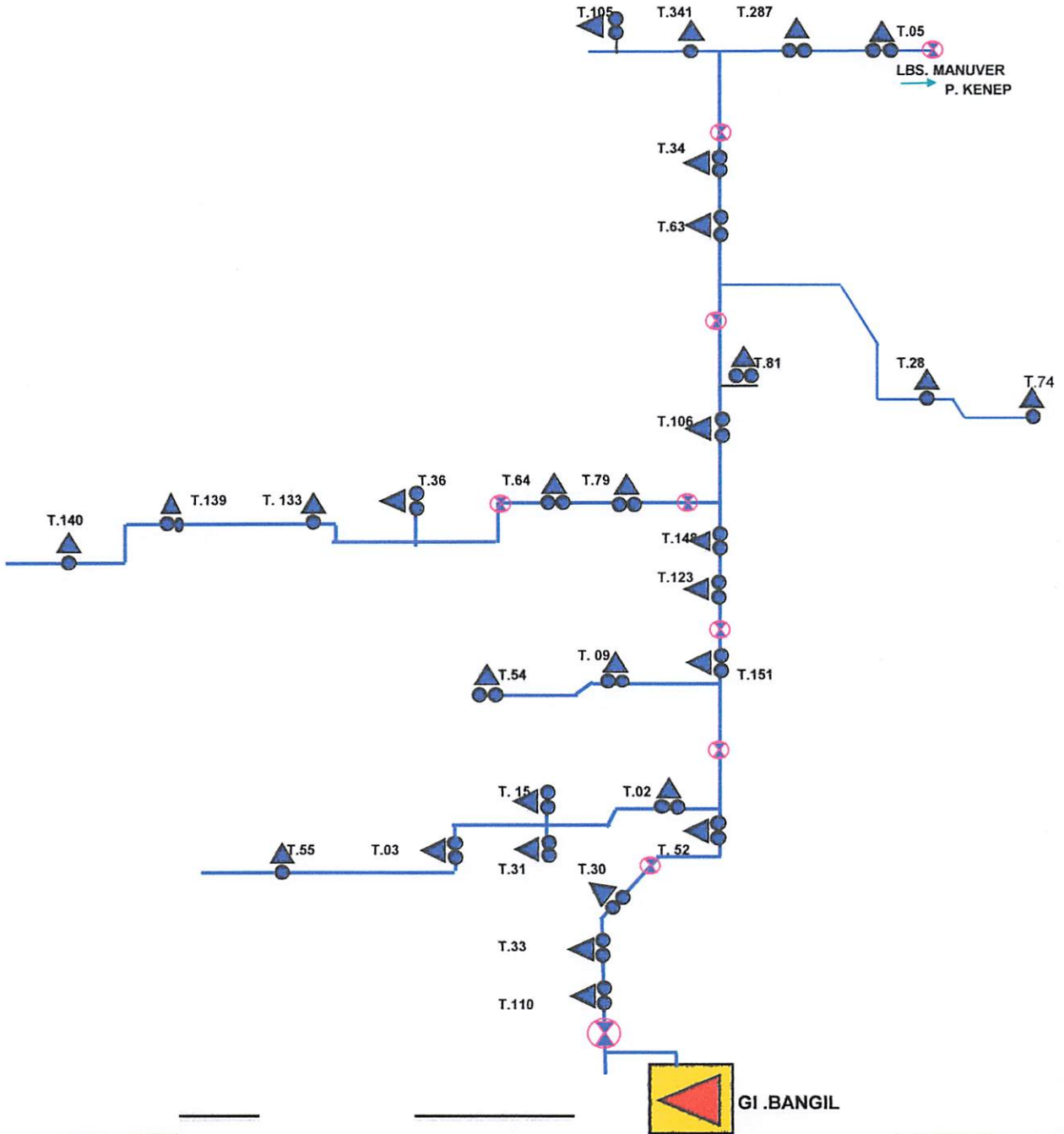
Penggunaan metode Breeder Genetic Algorithm pada rekonfigurasi sistem distribusi daya listrik dapat disimpulkan:

1. Penggunaan metode BGA lebih cepat konvergen jika dibandingkan dengan metode GA biasa.
2. Dengan metode Breeder Genetic Algorithm ini menurunkan losses daya Aktif sebesar sebesar 12,278KW – 11,835KW = 0.443KW (3.7%)
3. Jatuh tegangan untuk masing-masing penyulang masih dalam batas toleransi (+5%, dan -5%), minimum sebesar 0,01% dan maksimum sebesar 2.5%

**6. DAFTAR PUSTAKA**

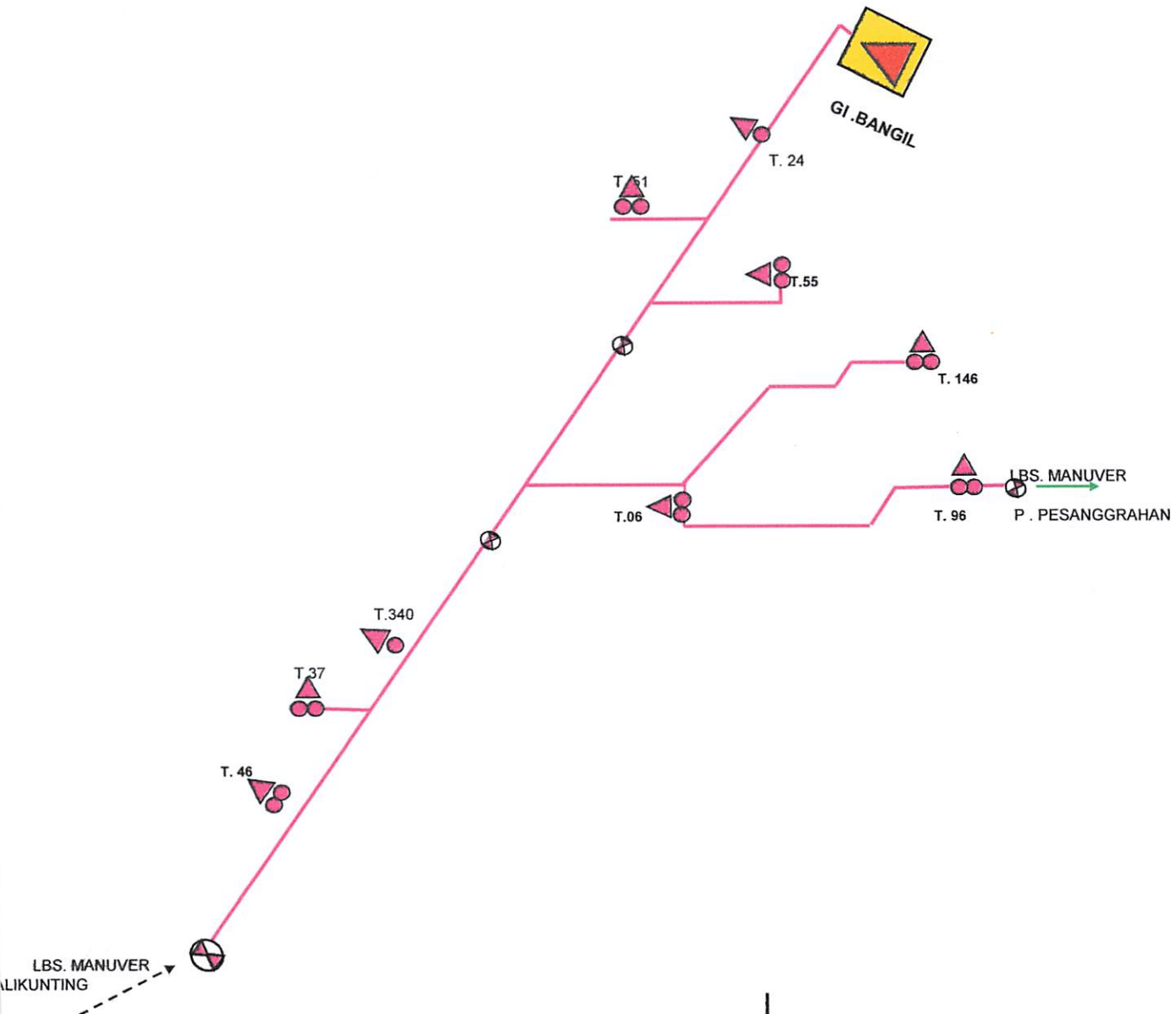
- [1] S.R. Khator and L.Cheung, "Power distribution Planning", review of models and issues, IEEE Trans.Power. Syst., Vol. 12, No.3, pp.1151-1158, May 1997.
- [2] D.E Golberg, "Genetic Algorithms in Search Optimization, and Machine Learning", Reading, M.A: Addison-Wesley, 1989.
- [3] I.J. Ramirez-Rosado and T. Gonen, Pseudodynamic, "Planning for expansion of Power Distribution System", IEEE Transaction on Power System, Vol.6, No.1, February 1991, pp.245-254.
- [4] I.J Ramirez-Rosado and J.L. Bernal-Agustin, "Genetic Algorithms applied to the design of larger power distribution System" IEEE Trans. Power Syst. Vol. 13, No. 12, pp. 696-703, May 1998.
- [5] T-H Chen and T.Cherng, "Optimal fasa arrangement of Distribution transformer connected to primary feeder for system unbalance improvement and loss reduction using Genetic Algorithms," IEEE Tans. Syst. Vol. 15, No.3, pp. 994-1000, Aug. 2000.
- [6] Stevenson, Jr. dan William, D. "Analisis Sistem Tenaga Listrik", Erlangga. Bandung. 1990.
- [7] Civanlar,S. dan Grainger, J.J. "Distribution Feeder Reconfiguration For Loss Reduction",

SINGLE LINE PENYULANG KALIKUNTING  
DARI GI. BANGIL

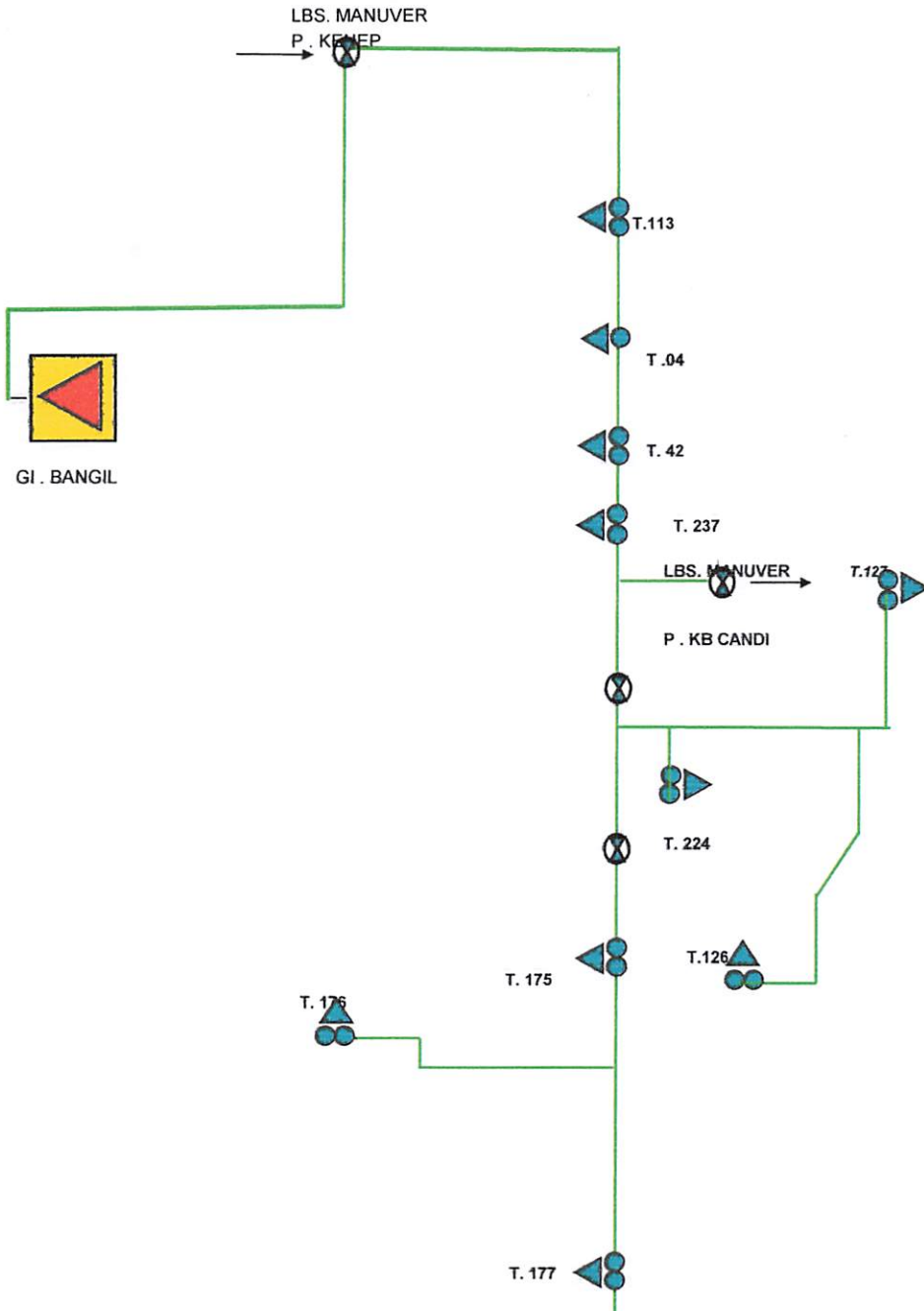


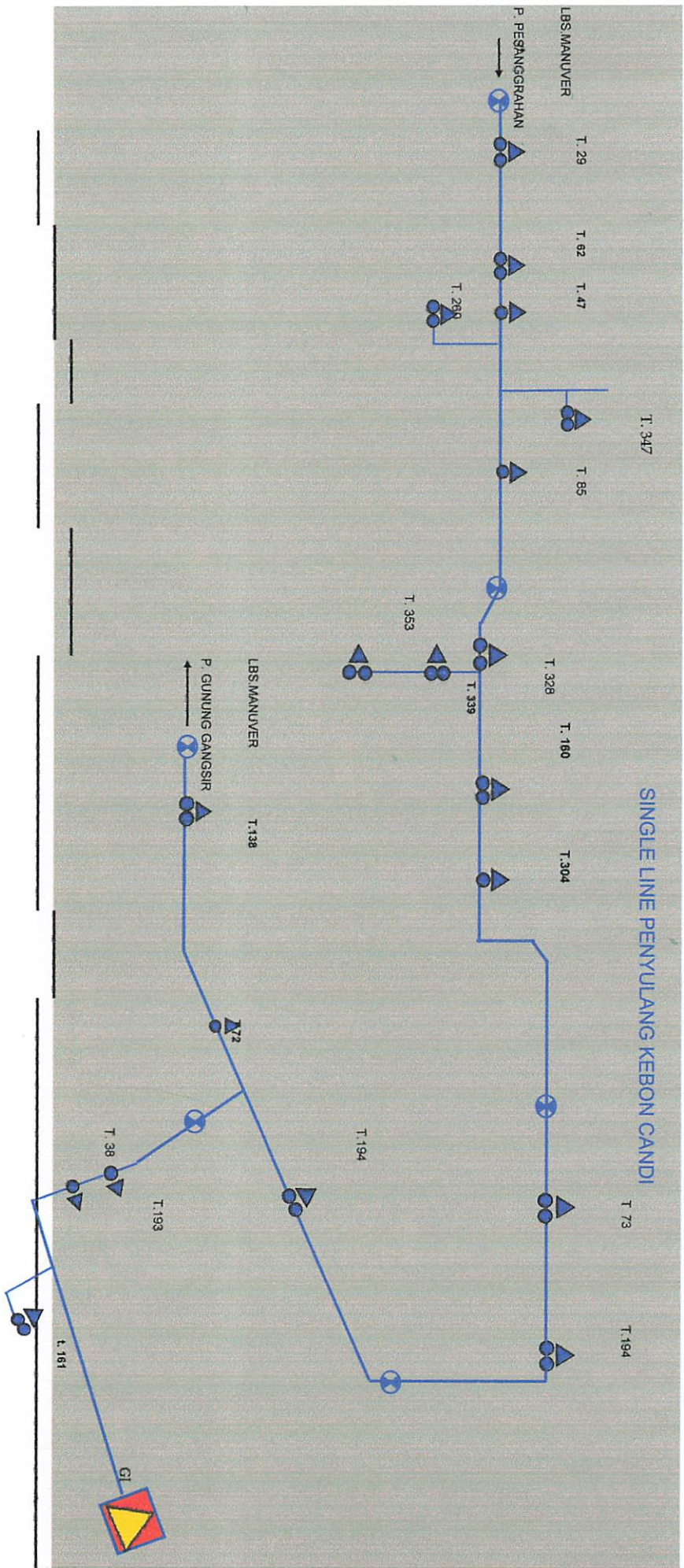


SINGLE LINE PENYULANG KENEP

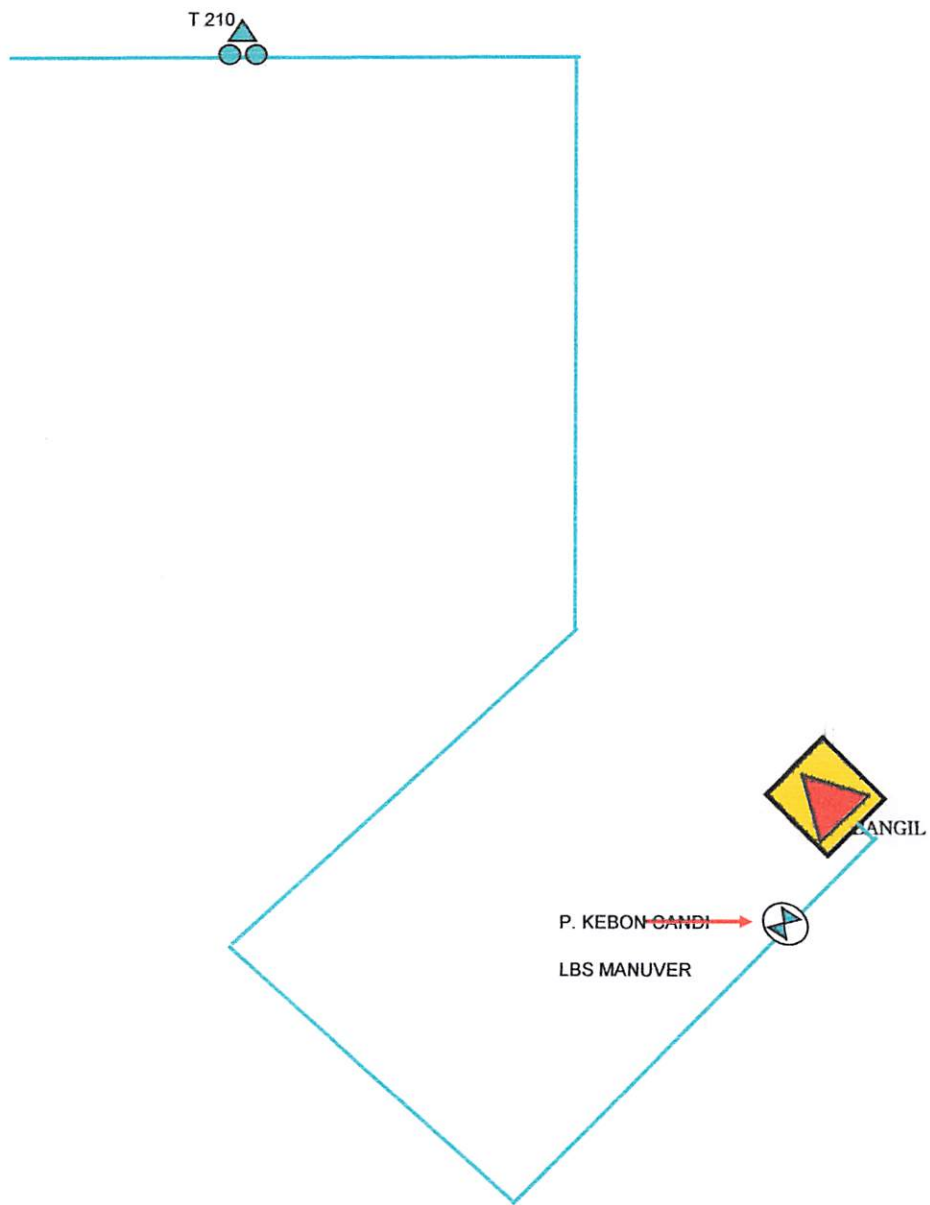


# SINGLE LINE PENYULANG PESANGGRAHAN





# SINGLE LINE PENYULANG GUNUNG GANGSIR







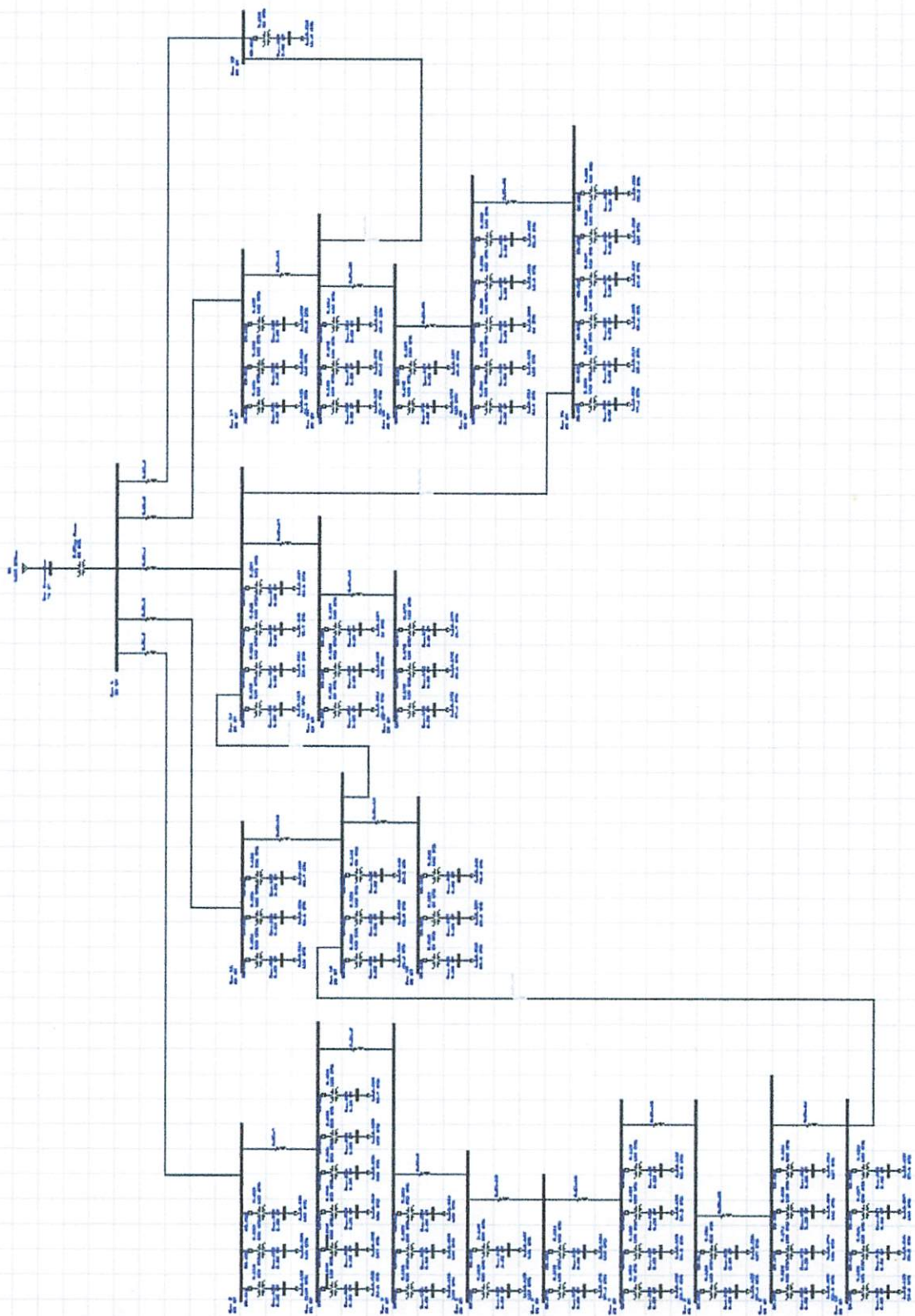


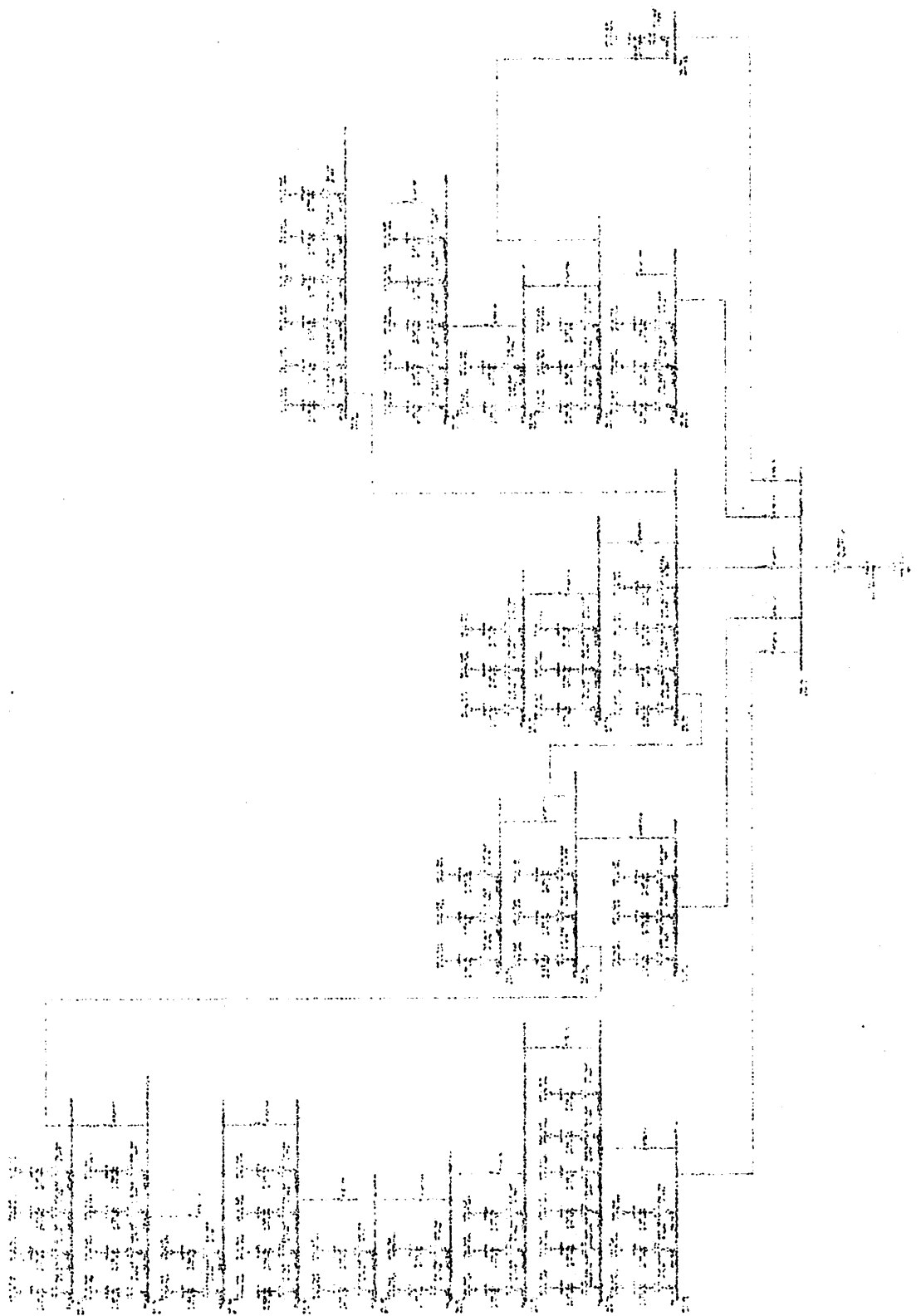




Penampang nominal (mm <sup>2</sup> )	Jari-jari (mm)	Urut	GMR (mm)	Impedansi (Ω/km)
35	3,3371	7	2,4227	0,9217 + j 0,3790
50	3,9886	7	2,8957	0,6452 + j 0,3678
70	4,7193	7	3,4262	0,4608 + j 0,3572
120	6,1791	19	4,6837	0,2688 + j 0,3376
150	6,9084	19	5,2365	0,2162 + j 0,3305

No	Dari	Ke	Penghantar	Penampang nominal (mm <sup>2</sup> )	Jarak (km)
1	2	3	AAAC	150	6.105
2	3	4	AAAC	150	2.057
3	4	5	AAAC	150	0.325
4	5	6	AAAC	150	0.784
5	6	7	AAAC	150	1.140
6	7	8	AAAC	150	2.691
7	8	9	AAAC	150	0.272
8	9	10	AAAC	150	0.555
9	10	11	AAAC	150	0.314
10	2	12	AAAC	150	1.840
11	12	13	AAAC	150	0.261
12	13	14	AAAC	150	2.317
13	2	15	AAAC	150	5.180
14	15	16	AAAC	150	2.058
15	16	17	AAAC	150	2.254
16	2	18	AAAC	150	9.559
17	18	19	AAAC	150	1.390
18	19	20	AAAC	150	0.395
19	20	21	AAAC	150	2.095
20	21	22	AAAC	150	1.660
21	2	23	AAAC	150	5.496
22	11	13	AAAC	150	1.171
23	13	15	AAAC	150	4.285
24	15	22	AAAC	150	4.224
25	19	23	AAAC	150	2.265





Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: coba

**ETAP PowerStation**  
 4.0.0C

Page: 2  
 Date: 07-27-2010  
 SN: KLGCONSULT  
 Revision: Base  
 Config.: Normal

Study Case: LF

BUS Input Data

Bus ID	Type	kV	Initial Voltage		Generator		Motor Load		Static Load		Mvar Limits	
			% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Max.	Min.
Bus 1	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 2	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 3	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 4	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 5	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 6	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 7	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 8	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 9	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 10	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 11	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 12	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 13	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 14	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 15	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 16	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 17	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 18	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 19	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 20	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 21	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 22	Load	20.000	100.0	0.0								
Bus 002	Load	0.380	100.0	0.0					0.133	0.083		
Bus 003	Load	0.380	100.0	0.0					0.130	0.081		
Bus 004	Load	0.380	100.0	0.0					0.082	0.051		
Bus 005	Load	0.380	100.0	0.0					0.074	0.046		
Bus 006	Load	0.380	100.0	0.0					0.034	0.021		
Bus 009	Load	0.380	100.0	0.0					0.113	0.070		
Bus 015	Load	0.380	100.0	0.0					0.103	0.064		
Bus 024	Load	0.380	100.0	0.0					0.098	0.061		
Bus 028	Load	0.380	100.0	0.0					0.079	0.049		
Bus 029	Load	0.380	100.0	0.0					0.059	0.036		
Bus 030	Load	0.380	100.0	0.0					0.105	0.065		
Bus 031	Load	0.380	100.0	0.0					0.105	0.065		
Bus 033	Load	0.380	100.0	0.0					0.120	0.074		
Bus 034	Load	0.380	100.0	0.0					0.091	0.056		
Bus 036	Load	0.380	100.0	0.0					0.031	0.019		
Bus 037	Load	0.380	100.0	0.0					0.022	0.014		

**ETAP PowerStation**  
4.0.0C

Project: Page: 3  
 Location: Date: 07-27-2010  
 Contract: SN: KLGCONSULT  
 Engineer: Revision: Base  
 Filename: coba Config: Normal

Study Case: LF

Bus ID	Type	kV	Initial Voltage			Generator			Motor Load			Static Load			Mvar Limits	
			% Mag	Ang	Mag	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Max	Min	
Bus 038	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.096	0.060			0.096	0.060			
Bus 042	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.062	0.038			0.062	0.038			
Bus 046	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.067	0.041			0.067	0.041			
Bus 047	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.058	0.036			0.058	0.036			
Bus 051	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.071	0.044			0.071	0.044			
Bus 052	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.071	0.044			0.071	0.044			
Bus 054	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.088	0.054			0.088	0.054			
Bus 055	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.073	0.045			0.073	0.045			
Bus 062	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.093	0.057			0.093	0.057			
Bus 063	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.099	0.061			0.099	0.061			
Bus 072	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.058	0.036			0.058	0.036			
Bus 073	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.102	0.063			0.102	0.063			
Bus 074	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.086	0.053			0.086	0.053			
Bus 079	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.083	0.051			0.083	0.051			
Bus 081	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.108	0.067			0.108	0.067			
Bus 085	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.066	0.041			0.066	0.041			
Bus 096	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.049	0.031			0.049	0.031			
Bus 105	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.080	0.050			0.080	0.050			
Bus 106	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.083	0.051			0.083	0.051			
Bus 110	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.119	0.074			0.119	0.074			
Bus 113	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.099	0.062			0.099	0.062			
Bus 123	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.107	0.066			0.107	0.066			
Bus 126	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.111	0.069			0.111	0.069			
Bus 127	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.080	0.050			0.080	0.050			
Bus 133	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.069	0.043			0.069	0.043			
Bus 138	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.052	0.032			0.052	0.032			
Bus 139	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.046	0.028			0.046	0.028			
Bus 140	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.043	0.027			0.043	0.027			
Bus 146	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.023	0.014			0.023	0.014			
Bus 148	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.120	0.074			0.120	0.074			
Bus 151	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.116	0.072			0.116	0.072			
Bus 155	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.054	0.034			0.054	0.034			
Bus 160	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.132	0.082			0.132	0.082			
Bus 161	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.082	0.051			0.082	0.051			
Bus 164	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.099	0.061			0.099	0.061			
Bus 175	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.032	0.020			0.032	0.020			
Bus 176	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.059	0.036			0.059	0.036			
Bus 177	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.044	0.027			0.044	0.027			
Bus 187	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.035	0.022			0.035	0.022			
Bus 193	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.077	0.048			0.077	0.048			
Bus 194	Load	0.380	100.0	0.0	0.0			0.037	0.023			0.037	0.023			

Project:  
 Location:  
 Contract:  
 Engineer:  
 Filename: coba

**ETAP PowerStation**

4.0.0C

Study Case: LF

Page: 4  
 Date: 07-27-2010  
 SN: KLGCONSULT  
 Revision: Base  
 Config: Normal

ID	Bus Type	kV	Initial Voltage		Generator		Motor Load		Static Load		Mvar Limits	
			% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Max.	Min.
Bus.210	Load	0.380	100.0	0.0					0.010	0.006		
Bus.224	Load	0.380	100.0	0.0					0.018	0.011		
Bus.237	Load	0.380	100.0	0.0					0.071	0.044		
Bus.260	Load	0.380	100.0	0.0					0.025	0.015		
Bus.287	Load	0.380	100.0	0.0					0.099	0.061		
Bus.304	Load	0.380	100.0	0.0					0.046	0.029		
Bus.328	Load	0.380	100.0	0.0					0.076	0.047		
Bus.339	Load	0.380	100.0	0.0					0.080	0.050		
Bus.340	Load	0.380	100.0	0.0					0.020	0.013		
Bus.341	Load	0.380	100.0	0.0					0.056	0.035		
Bus.347	Load	0.380	100.0	0.0					0.058	0.036		
Bus.353	Load	0.380	100.0	0.0					0.014	0.009		
Bus Generator	Swing	70.000	100.0	0.0								
Total Number of Buses: 92												
					0.000	0.000	0.000	0.000	5.079	3.148		

```
clear all
```

```
%Parameter BGA
```

```
UkPop=80;           %Ukuran populasi  
MaxGen=20;          %maksimum generasi  
Psilang=0.95;       %Peluang Pindah Silang  
Pmut=0.5;           %Peluang Mutasi  
r = 20;
```

```
nsaklar = 25;
```

```
%Mendapatkan Power Loss awal
```

```
V_awal = [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0];  
casename = 'data_bus_saluran';  
FITNESS = fitness(casename,V_awal,0,MaxGen);
```

```
fterbaik=zeros(1,MaxGen);  
terV = V_awal;  
terF = FITNESS;
```

```
%Inisialisasi Populasi
```

```
populasi=inisial(nsaklar,UkPop);
```

```
FBREEDER = zeros(1,r);
```

```
for i= 1:r  
    VBREEDER(i,:) = V_awal;  
end
```

```
% Looping generasi
```

```
for Generasi=1:MaxGen
```

```
    V = populasi(1,:);  
    FITNESS = fitness(casename,V,Generasi,MaxGen);
```

```
    BestV = V;
```

```
    MaxF = FITNESS(1);
```

```
    MinF = FITNESS(1);
```

```
    IndeksIndividuTerbaik = 1;
```

```
    for ii=2:UkPop
```

```
        V = populasi(ii,:);
```

```
        FITNESS(ii) = fitness(casename,V,Generasi,MaxGen);
```

```
        if (FITNESS(ii) > MaxF),
```

```
            MaxF= FITNESS(ii);
```

```
            IndeksIndividuTerbaik=ii;
```

```
            BestV = V;
```

```
        end
```

```
        if (FITNESS(ii) < MinF),
```

```
            MinF = FITNESS(ii);
```

```
        end
```

```
    end
```

```
    [SE,IndF]= sort(FITNESS);
```

```
    for i = 1:r
```

```
        if FBREEDER(i) < SF((UkPop-i)+1)
```

```
            FBREEDER(i) = SF((UkPop-i)+1);
```

```
            FBREEDER(i,:) = populasi(IndF((UkPop-i)+1),:);
```

```
        end
```

```
    end
```





```

end
%Penyimpanan nilai fitness terbaik
if MaxF > terF
    terF = MaxF;
    terV = BestV;
end
fterbaik(1,Generasi)=terF;

%Ellitisme
TemPopulasi = populasi;

if mod (UkPop, 2) ==0
    IterasiMulai = 3;
    TemPopulasi(1,:) = populasi(IndeksIndividuTerbaik,:);
    TemPopulasi(2,:) = populasi(IndeksIndividuTerbaik,:);
else
    IterasiMulai = 2;
    TemPopulasi(1,:) = populasi(IndeksIndividuTerbaik,:);
end

%Linear Fitness Ranking
LinearFitness = LinearFitnessRangking(UkPop, FITNESS, MaxF, MinF);

for jj=IterasiMulai:2:UkPop,
    IP1 = RouletteWheel(UkPop, LinearFitness);
    IP2 = RouletteWheel(UkPop, LinearFitness);
    if (rand < Psilang),
        TP = 1+fix(rand*(nsaklar-1));
        Anak = PindahSilang(populasi(IP1,:),populasi(IP2,:),...
            nsaklar,TP);

        TemPopulasi(jj,:) = Anak(1,:);
        TemPopulasi(jj+1,:) = Anak(2,:);
    else
        TemPopulasi(jj,:) = populasi(IP1,:);
        TemPopulasi(jj+1,:) = populasi(IP2,:);
    end
end

%Mutasi
for kk=IterasiMulai:UkPop
    TemPopulasi(kk,:)=Mutasi(TemPopulasi(kk,:), Pmut, nsaklar);
end

populasi=TemPopulasi;

for ii=1:UkPop
    V = populasi(ii,:);
    FITNESS(ii) = fitness(casename, V, Generasi, MaxGen);
end

[SF,IndF]= sort(FITNESS);
for i = 1:r
    populasi(i,:) = VBREEDER(i,:);
end

```



```

% constrain system
for i = 1:UkPop
    populasi(i,:) = batasan(populasi(i,:));
end

end

fprintf('HASIL LOAD FLOW SEBELUM REKONFIGURASI');
fprintf('\n');
[value,PLOSS_awal,QLOSS_awal,VM_awal] =
fitness(casename,V_awal,0,MaxGen);

fprintf('HASIL LOAD FLOW SETELAH REKONFIGURASI');
fprintf('\n');
[value,PLOSS,QLOSS,VM] = fitness(casename,terV,0,MaxGen);

konfigurasi_switch = terV
Penurunan_Rugi_Daya = ((PLOSS_awal+QLOSS_awal)-(PLOSS+QLOSS))/...
(PLOSS_awal+QLOSS_awal)*100

figure
x = 1:MaxGen;
plot(x,fterbaik,'r-s')
axis([1 MaxGen min(fterbaik)-0.1 max(fterbaik)+0.2])
title('GRAFIK NILAI FITNESS DENGAN ALGORITMA BGA')
xlabel('GENERASI')
ylabel('FITNESS')
% text(0.59*MaxGen,min(fterbaik)+0.1,'Penurunan Losses :');
%
text(0.85*MaxGen,min(fterbaik)+0.1, strcat(num2str(Penurunan_Rugi_Daya),
' %'));
selisih_P = PLOSS_awal-PLOSS;
selisih_Q = QLOSS_awal-QLOSS;

figure
dataPQLOSS = [PLOSS_awal QLOSS_awal;
              PLOSS QLOSS;
              selisih_P selisih_Q];
bar(dataPQLOSS,'group')
title('Perbandingan Rugi-rugi Daya sebelum dan sesudah Rekonfigurasi')
legend('MW','MVAR')

figure
vx = 1:length(VM);
plot(vx,VM_awal,'b-s',vx,VM,'r-v')
legend('sebelum Rekonfigurasi','setelah Rekonfigurasi')
axis([1 length(VM) 0.8 1.1])
title('Magnitude Tegangan Sebelum dan Sesudal Rekonfigurasi')
xlabel('Bus Number')
ylabel('Tegangan')

```

