

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



**ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI  
PRIMER 20kV DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF*  
PADA G.I SENGKALING PENYULANG PUJON**

**SKRIPSI**

*Disusun Oleh :*  
**MUCH. SYUJAI**  
**01.12.116**

**SEPTEMBER 2006**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN  
DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DENGAN METODE  
INTERACTIVE TRADE-OFF PADA G.I SENGKALING  
PENYULANG PUJON**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :  
**MUCH. SYUJAI**  
01.12.116

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Diperiksa dan disetujui,  
Dosen Pembimbing



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

**Ir. H. TAUFIK HIDAYAT, MT**  
NIP.Y. 10187000151

**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

### ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF* PADA G.1 SENGKALING PENYULANG PUJON

( Much Syujai, Nim 01.12.116, Teknik Elektro/T.Energi Listrik S-1 )  
( Dosen Pembimbing : Ir. H. Taufik Hidayat, MT )

**Kata Kunci** : Sistem Distribusi Radial, Penempatan Kapasitor, Pengurangan Rugi-rugi, *Node Sensitif*, *Fixed* dan *Switched Capacitor*, *Genetics Algorithm*, *Metode Interactive Trade-off*.

Dengan meningkatnya usaha disektor industri dan meningkatnya taraf hidup masyarakat maka kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat pula, sehingga diperlukan penyediaan energi listrik beserta jaringan dan penyaluran yang sangat baik. Bertambahnya industri-industri menyebabkan peran penggunaan alat-alat listrik akan semakin luas, misalnya motor-motor listrik, trafo, AC, lampu-lampu TL dan lain-lain. Beban industri sangat banyak membutuhkan daya reaktif induktif.

Seiring dengan meningkatnya beban-beban induktif, maka daya reaktif yang ada di jaringan akan semakin besar yang selanjutnya akan memperbesar komponen rugi-rugi daya, disamping itu dapat memperburuk kondisi tegangan. Untuk mereduksi rugi daya solusinya dengan pemasangan kapasitor. Dalam skripsi ini digunakan *Metode Interactive Trade-off* untuk penempatan kapasitor dan besar kapasitas kapasitor yang optimal pada jaringan. Perhitungan aliran daya menggunakan *Metode Newton Raphson* diterapkan untuk mengetahui perubahan hasil dari pemasangan kapasitor.

Pada penyulang Pujon 20 kV dipasang 5 buah kapasitor yaitu pada *node* 52 dengan kapasitas 210 kVAR, *node* 56 dengan kapasitas 210 kVAR, *node* 72 dengan kapasitas 210 kVAR, *node* 82 dengan kapasitas 210 kVAR dan *node* 98 dengan kapasitas 210 kVAR. Besarnya penurunan rugi daya aktif adalah 22,905 kW dari sebelum pemasangan kapasitor 129,862 kW menjadi 106,957 kW, sedangkan untuk daya reaktif juga terjadi penurunan sebesar 28,308 kVAR dari sebelum pemasangan kapasitor 161,362 kVAR menjadi 133,054 kVAR. Tegangan tiap *node* meningkat sedangkan aliran daya dan arus menurun pada setiap saluran.

Biaya tahunan sebelum pemasangan kapasitor sebesar US \$ 63,131 atau sebesar Rp. 587.118.300,-/tahun, sedangkan total biaya tahunan setelah pemasangan kapasitor sebesar US \$ 45,507 atau sebesar Rp. 423.215.100,-/tahun (asumsi 1 US \$ adalah Rp. 9.300,-) sehingga keuntungan yang di dapat adalah sebesar US \$ 17,624 atau sebesar Rp. 163.903.200,-/tahun.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, “ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DENGAN *METODE INTERACTIVE TRADE-OFF* PADA G.I SENGKALING PENYULANG PUJON”.

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

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

1. **Ir. Mochtar Asroni, MSME**, selaku Dekan FTI ITN Malang.
2. **Ir. F Yudi Limpraptono, MT**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
3. **Ir. Mimin Mustikawati** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
4. **Ir. H. Taufik Hidayat, MT**, selaku bapak dan dosen pembimbing.

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

Malang, September 2006

Penulis

**Ucapan Terima Kasih**

**Syukur**

**" Adalah Suatu Hal Yang Mengecewakan, Bila Dalam Suatu Aktifitas Yang Kita Lakukan Dapat Berjalan Dengan Baik Dan Lancar Tanpa adanya Suatu Halangan Apapun.**

**Termasuk Juga Didalamnya Ketika Kita Lulus "**

**Terima Kasih Kepada Semua Yang Telah Membantu, Memotivasi dan menyadarkan Aku Untuk Segera Menyelesaikan Skripsi Ini,**

**" SEMOGA ALLAH SWT, AKAN MEMBALAS BUDI BAIK KALIAN SEMUA "**

**TERUNTUK YANG KUCINTA DAN KUSAYANG**

**" UMI', ABA, NE'NG HJ. EMMA, MAS MAMAD, MAS ROZI DAN ADE'Q ILMIAH.**

---

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman:</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN APLIKASI KAPASITOR</b>	
2.1. Sistem Tenaga Listrik .....	6
2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7

2.1.1. Sistem Distribusi Primer ( Jaringan Tegangan Menengah ) .....	8
2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder ( Jaringan Tegangan Rendah ).....	8
2.3. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik .....	9
2.3.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial .....	9
2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Tertutup ( Loop ) .....	10
2.3.3. Sistem Jaringan Distriobusi <i>Mesh</i> .....	11
2.4. Macam-Macam Struktur Jaringan Distribusi Radial.....	11
2.4.1. Sistem Radial Pohon .....	12
2.4.2. Sistem Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah.....	13
2.4.3. Sistem Radial Dengan Pembagian <i>Pase Area</i> .....	14
2.4.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat.....	15
2.5. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik .....	16
2.5.1. Daya Nyata ( <i>Real Power</i> ) .....	16
2.5.2. Daya Reaktif ( <i>Reactive Power</i> ).....	17
2.5.3. Daya Semu ( <i>Apparentl Power</i> ) .....	17
2.6. Daya Reaktif dan Faktor Daya .....	17
2.7. Kapasitor Daya .....	20
2.7.1. Kapasitor Seri dan Kapasitor <i>Shunt</i> .....	20
2.7.2. Faktor-Faktor Pemilihan Kapasitor Seri dan Kapasitor <i>Shunt</i> ..	21
2.8. Pengaruh Pemasangan Kapasitor <i>Shunt</i> .....	22
2.8.1. Pengurangan Rugi-Rugi Saluran dengan Kapasitor <i>Shunt</i> .....	23
2.8.2. Perbaikan Tegangan .....	25
2.8.3. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem .....	26



2.8.4. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya .....	27
2.8.5. Penentuan Rating Kapasitor untuk Perbaikan Faktor Daya Beban .....	29
2.9. Sistem <i>Per-Unit</i> .....	30

**BAB III ANALISIS PENENTUAN LETAK DAN KAPASITAS KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV TIPE RADIAL DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF***

3.1. Analisa Aliran Daya Jaringan Radial.....	32
3.1.1 Tujuan .....	32
3.1.2. Metode <i>Newton Raphson</i> .....	32
3.1.3. Algoritma Aliran Daya <i>Newton Raphson</i> .....	35
3.1.4. <i>Flowchart</i> Algoritma Aliran Daya <i>Newton Rahpson</i> .....	36
3.2. Penyelesaian Metode <i>Interactive Trade-off</i> .....	37
3.2.1. Algoritma Genetika.....	37
3.2.1.1. Istilah-istilah Algoritma Genetika.....	39
3.2.1.2. Proses Algoritma Genetika .....	41
3.2.1.3. Elitism .....	45
3.2.1.4. Crossover.....	46
3.2.1.5. Mutasi.....	47
3.3. Metode <i>Interactive Trade-off</i> .....	49
3.3.1. Fungsi Tujuan ( <i>Objective Function</i> ) .....	50
3.3.2. Meminimalkan Pengeluaran Konstruksi Kapasitor ( <i>Minimise The Capacitor Construction Expenditures</i> ).....	50

3.3.3. Meminimalkan Kehilangan Daya Nyata ( <i>Minimise The real Power Loss</i> ).....	51
3.3.4. Meminimalkan Penyimpangan Tegangan Bus ( <i>Minimise The Deviation of Voltage</i> ).....	51
3.3.5. Memaksimalkan <i>Scurity Margin</i> Dari Feeder dan Transformator.....	52
3.3.6. Optimisasi Multi Tujuan ( <i>Multi-Objective Optimisation</i> )....	53
3.3.7. Teknik $\epsilon$ -Penghambat ( <i><math>\epsilon</math>-Constrain Technique</i> ) .....	54
3.3.8. Algoritma Pemecahan Masalah.....	55
3.3.9. Algoritma Program Solusi <i>Interactive Trade-off</i> .....	56
3.3.10. <i>Flowchart</i> Algoritma Pemecahan Masalah.....	57
3.3.11. <i>Flowchart</i> Algoritma Solusi <i>Interactive Trade-off</i> .....	58

**BAB IV ANALISA PENENTUAN LETAK, KAPASITAS KAPASITOR, JUMLAH PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV TIPE RADIAL PENYULANG PUJON**

4.1. Program Komputer Penentuan Letak, Kapasita Kapasitor, Jumlah Pada Jaringan Distribusi Radial Penyulang Pujon.....	59
4.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV G.I Sengkaling Penyulang Pujon .....	59
4.3. Data Saluran .....	62
4.4. Pembebanan Sistem 20kV Penyulang Pujon .....	64

4.5.	Data Kapasitas Kapasitor dan Harga ( <i>cost</i> / kVAR ).....	66
4.6.	Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan.....	67
4.7.	Analisa Perhitungan .....	60

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1.	Kesimpulan .....	81
------	------------------	----

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman :
2.1 Skema Penyaluran Energi Listrik.....	6
2.2. Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan.....	7
2.3. Jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial .....	9
2.4. Jaringan Tegangan Menengah Struktur Loop yang dipasok dari satu sumber .....	10
2.5. Jaringan Tegangan Menengah Struktur <i>Mesh</i> .....	11
2.6. Sistem radial jaringan pohon.....	13
2.7. Sistem Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah.....	14
2.8. Sistem Radial Dengan Pembagian <i>Phase Area</i> .....	15
2.9. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat.....	16
2.10. Segi Tiga Daya.....	18
2.11. Segi Tiga Arus.....	19
2.13. Saluran Primer Dengan Beban Tepusat .....	19
2.14. Vektor arus dan tegangan sebelum dan setelah pemasangan kapasitor .....	24
2.15. Diagram vector pada rangkaian dengan <i>pf lagging</i> (a) dan (c) tanpa kapasitor shunt, (b) dan (d) dengan kapasitor <i>shunt</i> .....	25
2.16. Perbaikan <i>f</i> aktor Daya.....	26
2.17. Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi .....	28

3.1.	<i>Flowchart</i> Algoritma Aliran Daya <i>Newton Raphson</i> .....	35
3.2.	Roulette-Wheel .....	44
3.3.	Pembentukan Next Generation dalam Algoritma Genetika.....	46
3.4.	Ilustrasi Operator Dengan One Point Crossover.....	47
3.5.	Ilustrasi Operator Dengan Two Point Crossover .....	47
3.6.	Ilustrasi Operator Dengan Uniform Crossover .....	47
3.7.	Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi String Binner.....	48
3.8.	Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi Integer.....	48
3.9.	<i>Flowchart</i> Algoritma Pemecahan Masalah.....	57
3.10.	<i>Flowchart</i> Algoritma Solusi <i>Interactive Trade-Off</i> .....	58
4.1.	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang Pujon Sebelum Penempatan Kapasitor .	61
4.2.	Tampilan Utama Program.....	67
4.3.	Tampilan Inputan Data (General) .....	67
4.4.	Tampilan Inputan Data (Data Pembebanan).....	68
4.5.	Tampilan Inputan Data (Data Saluran) .....	68
4.6.	Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Mengetahui Harga Tegangan Dan Sudut Fasa Tiap-tiap Bus Sebelum Kompensasi.....	69
4.7.	Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Arus yang Mengalir pada Saluran dan Daya tiap Saluran Sebelum Kompensasi .....	69
4.8.	Tampilan Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi .....	70
4.9.	Tampilan Parameter Yang Digunakan .....	70
4.10.	Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Mengetahui Harga Tegangan Dan Sudut Fasa Tiap-tiap Bus Setelah Kompensasi .....	71

4.11.	Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Arus yang Mengalir pada Saluran dan Daya tiap Saluran Setelah Kompensasi.....	71
4.12.	Tampilan Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Setelah Kompensasi.....	72
4.13.	Hasil Penempatan Metode <i>Interactive- Trade-Off</i> .....	72
4.14.	Hasil Program Penempatan Metode <i>Interactive Trade-off</i> .....	75
4.15.	<i>Single Line Diagram</i> Penempatan Kapasitor Metode <i>Interactive Trade-off</i> .....	76

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dengan meningkatnya usaha di sektor industri dan meningkatnya taraf hidup masyarakat maka kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat pula, sehingga diperlukan penyediaan energi listrik beserta jaringan dan penyaluran yang sangat baik. Bertambahnya industri-industri menyebabkan peran penggunaan alat-alat listrik akan semakin luas, misalnya motor-motor listrik, trafo, AC, lampu-lampu penerangan dan lain lain. Beban industri sangat banyak membutuhkan daya reaktif induktif. Dengan meningkatnya beban-beban induktif, maka memperbesar komponen rugi-rugi daya, disamping itu dapat memperburuk kondisi tegangan.

Alternatif yang sering dipakai untuk memperbaiki kondisi jaringan akibat adanya rugi-rugi tersebut adalah memasang daya reaktif tambahan disisi beban salah satunya adalah pemasangan kapasitor.

Banyak metode yang dipakai dalam menganalisa masalah penentuan penempatan dan besar kapasitor pada jaringan distribusi, pada umumnya banyak teknik untuk membahas masalah alokasi kapasitor dengan menggunakan metode-metode konvensional tetapi pembahasan-pembahasan yang dilakukan masih kurang dan masih dilakukan analisa yang lebih mendalam lagi.

Hal ini mendorong penulis untuk mengangkat permasalahan dengan menggunakan metode *Interactive trade-Off* dapat menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk penempatan kapasitor dalam jaringan distribusi primer.

## 1.2. Rumusan Masalah

Salah satu cara pemasangan sumber daya reaktif tambahan disisi beban adalah dengan pemasangan kapasitor pada jaringan distribusi primer, sehingga dapat mengurangi rugi-rugi disaluran. Yang menjadi permasalahan adalah bagaimana cara menentukan letak dan kapasitas kapasitor yang optimal pada jaringan distribusi radial agar rugi-rugi yang dihasilkan menjadi seminim mungkin dan juga menghemat biaya instalasi kapasitor tersebut yang semaksimal mungkin.

Oleh karena itu pada skripsi ini akan menganalisa hal tersebut dengan suatu alternatif metode *Interactive trade-Off* merupakan suatu algoritma yang dapat menentukan lokasi, jumlah, kapasitas dan biaya pemasangan kapasitor yang dipasang pada jaringan distribusi.

Dari permasalahan yang timbul diatas, maka skripsi ini berjudul:

**"ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20kV DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF* PADA G.I SENGKALING PENYULANG PUJON"**

## 1.3. Tujuan.

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah

1. Menentukan letak dan kapasitas kapasitor yang optimal pada sistem distribusi radial penyulang Pujon.
-



2. Memperbaiki profil tegangan setelah pemasangan kapasitor
3. Mengurangi rugi-rugi daya aktif dan rugi-rugi daya reaktif setelah pemasangan kapasitor.
4. Menentukan nilai penghematan biaya setiap tahun setelah penempatan kapasitor.

#### 1.4. Batasan Masalah

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

1. Jaringan yang akan dianalisa adalah jaringan distribusi radial 20 kV di penyulang Pujon.
2. Hanya Kapasitor Shunt yang digunakan dalam perbaikan tegangan dan pengurangan rugi daya.
3. Analisa penentuan letak kapasitor dan pemilihan kapasitas kapasitor menggunakan metode *Interactive trade-Off*.
4. Tidak membahas penyebab gangguan.
5. Tidak membahas secara detail metode aliran daya yang digunakan yaitu metode *Newton Raphson*.
6. Diassumsikan nilai faktor daya sebesar 0.86.

#### 1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Kajian literatur
-

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

## 2. Pengumpulan Data

Bentuk data yang digunakan adalah:

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

## 3. Simulasi dan pembahasan masalah

Analisa perhitungan tegangan, sudut fasa tegangan, rugi-rugi daya dan aliran daya tiap saluran menggunakan metode Newton Raphson, dengan metode GA ( *Genetic Algorithm* ) untuk memecahkan permasalahan *Objective Function* untuk menentukan penempatan kapasitor yang optimal menggunakan Metode *Interactive trade-Off* yang disimulasikan dengan program komputer.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dari pembahasan di dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

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

---

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

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

## **BAB III : ANALISA PENENTUAN LETAK DAN KAPASITAS KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV TIPE RADIAL DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF***

Pada bab ini akan dibahas metode aliran daya Newton Raphson, teori GA (*Genetic Algorithms*) dan teori-teori mengenai metode *Interactive trade-Off* untuk menentukan penempatan dan kapasitas kapasitor.

## **BAB IV : ANALISA PENENTUAN LETAK, KAPASITAS KAPASITOR, JUMLAH PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20Kv TIPE RADIAL PENYULANG PUJON**

Pada bab ini akan dibahas mengenai penentuan letak dan kapasitas kapasitor menggunakan metode *Interactive trade-Off*, perbandingan profil tegangan, rugi daya dan nilai biaya sebelum dan setelah penempatan kapasitor.

## **BAB V : KESIMPULAN**

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

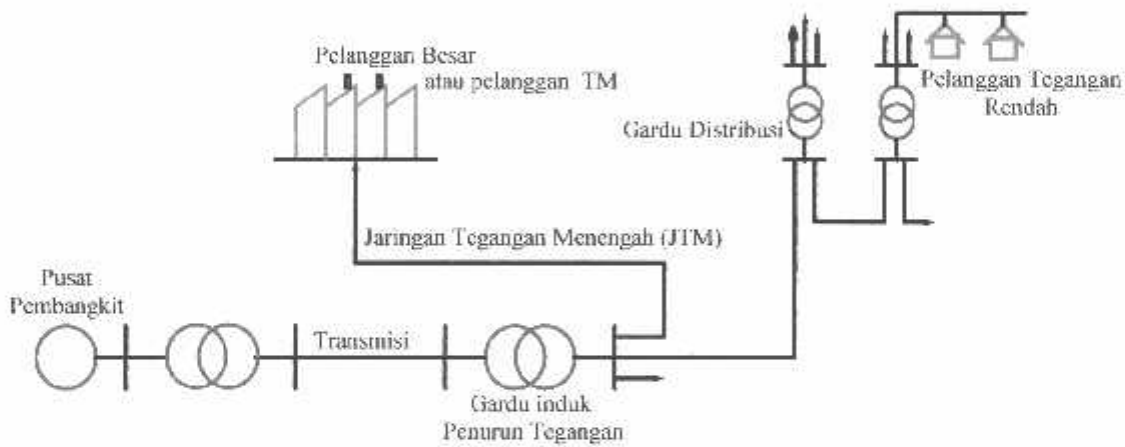
---

## BAB II

### SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN APLIKASI KAPASITOR

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

Sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem terpadu yang terbentuk oleh hubungan-hubungan peralatan dan komponen-komponen listrik. Sistem tenaga listrik ini mempunyai peranan utama untuk menyalurkan energi listrik yang dibangkitkan oleh generator ke konsumen yang membutuhkan energi listrik.



**Gambar 2.1.** Skema Penyaluran Energi Listrik<sup>[1]</sup>

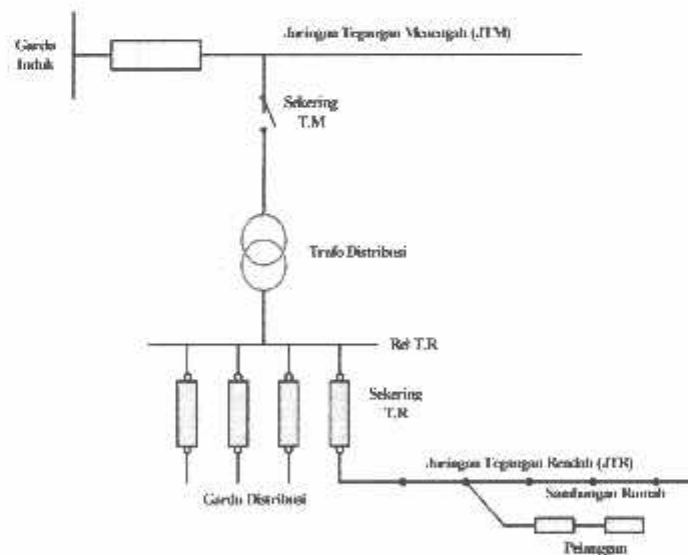
Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi 3 sub sistem, yaitu :

1. Sistem Pembangkitan : Berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga prodaktor energi.

2. Sistem Transmisi atau Penyaluran : Berfungsi sebagai penyalur daya listrik secara besar-besaran dari pembangkit ke bagian sistem distribusi atau konsumen.
3. Sistem Distribusi dan Beban : Berperan sebagai distributor energi ke konsumen yang memerlukan energi tersebut.

## 2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik<sup>[2]</sup>

Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari gardu Induk ke konsumen melalui gardu distribusi. jaringan setelah keluar dari gardu induk bisa disebut jaringan distribusi. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah, kemudian disalurkan melalui jaringan tegangan rendah untuk selanjutnya disalurkan kerumah-rumah pelanggan (konsumen) PLN melalui sambungan rumah.



**Gambar 2.2.** Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan<sup>[2]</sup>

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

1. Sistem Distribusi Primer (Jaringan Tegangan Menengah)
2. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

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

### **2.2.1. Sistem Distribusi Primer (Jaringan Tegangan Menengah)**

Tingkat Tegangan yang digunakan pada sistem distribusi primer adalah meliputi tegangan 20 kV, Oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan sistem distribusi tegangan menengah.

### **2.2.2. Sistem distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)**

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

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

---

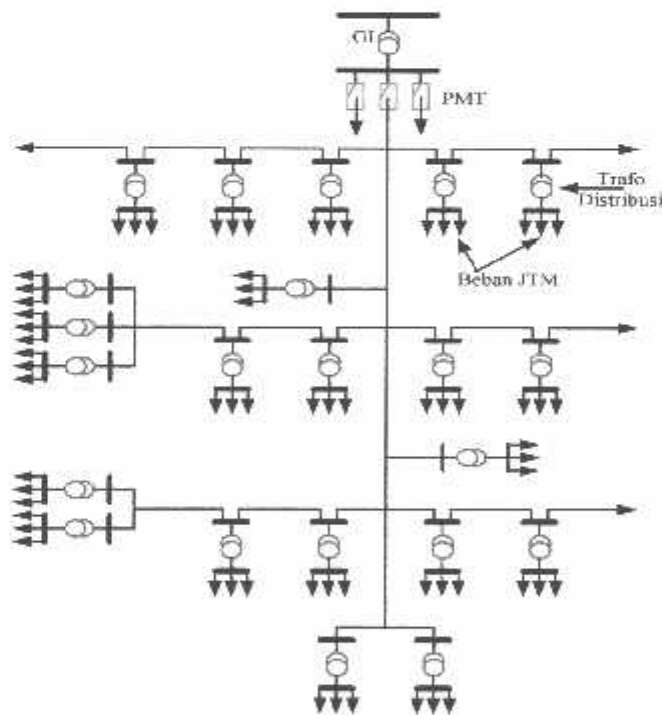
### 2.3. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik<sup>[1]</sup>

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

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

#### 2.3.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk dasar yang paling sederhana dan paling banyak dipergunakan. Sistem ini dikatakan radial karena dari kenyataannya bahwa jaringan ini ditarik secara radial dari gardu induk ke pusat-pusat beban atau konsumen yang dilayani. Sistem ini terdiri dari saluran utama (*tunk line*) dan saluran cabang (*lateral*) seperti pada gambar 2.3.



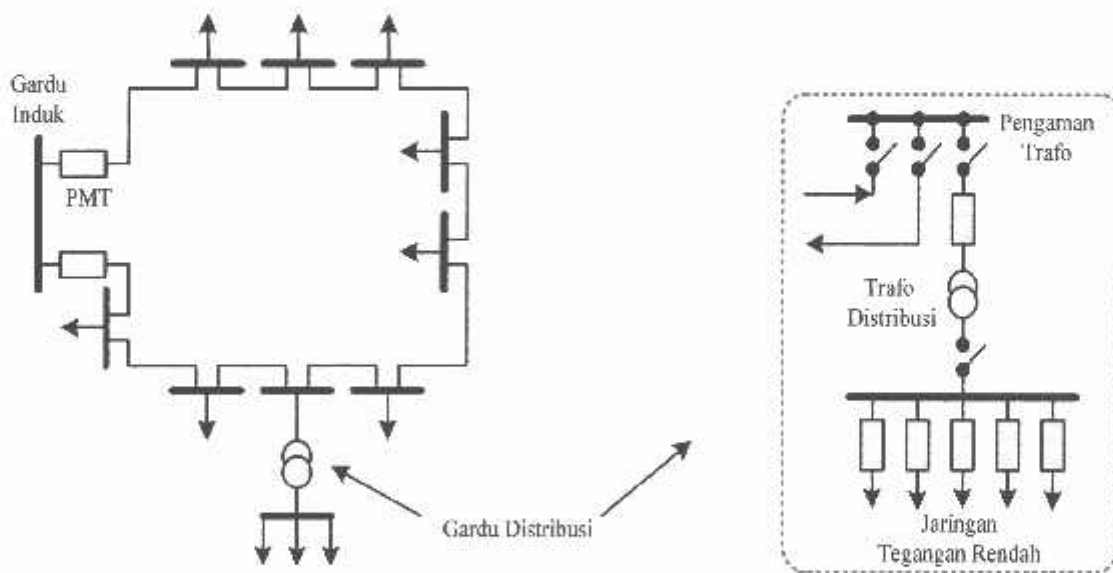
**Gambar 2.3.** Jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial<sup>[11]</sup>

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

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

### 2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Tertutup (Loop).

Sistem ini disebut jaringan distribusi *loop* karena saluran primer yang menyalurkan daya sepanjang daerah beban yang dilayani, membentuk suatu rangkaian *loop*.

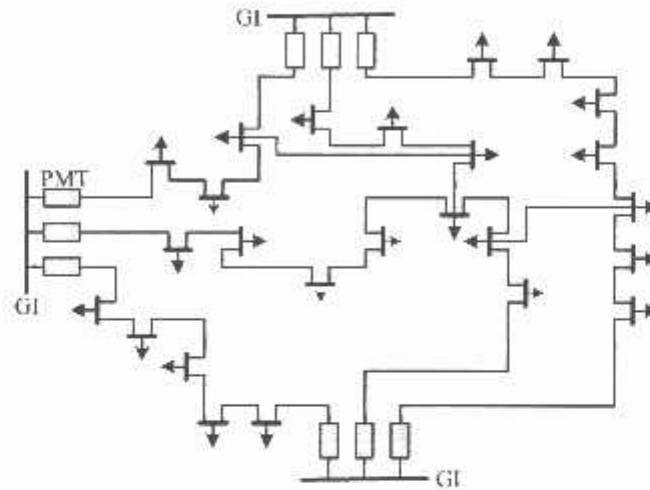


**Gambar 2.4.** Jaringan Tegangan Menengah Struktur Loop yang dipasok dari satu sumber<sup>[1]</sup>



### 2.3.3. Sistem Jaringan Distribusi *Mesh*.

Jaringan Distribusi *Mesh* merupakan jaringan yang strukturnya kompleks, dimana kelangsungan penyaluran dan pelayanannya diutamakan. Struktur jaringan ini umumnya digunakan pada jaringan tegangan rendah yang kepadatan bebannya cukup tinggi.



**Gambar 2.5.** Jaringan Tegangan Menengah Struktur *Mesh*<sup>[1]</sup>

### 2.4. Macam-macam Struktur Jaringan Distribusi Radial<sup>[3]</sup>

Tipe jaringan ini merupakan bentuk dasar, susunan maupun kebutuhan alat-alat penunjangnya paling sedikit dan paling sederhana. Tipe ini paling banyak digunakan untuk melayani konsumen terutama beban-beban rumah tangga yang tidak menuntut tingkat kontinuitas pelayanan yang tinggi. Sumber daya pada tipe ini hanya dari satu titik. Salurannya dicabang-cabang menuju ke titik-titik beban, dan antara titik sumber dengan titik beban hanya ada satu pilihan. Dengan demikian bila salah satu saluran cabang mengalami gangguan maka seluruh beban yang ada di saluran tersebut akan mengalami pemadaman total.

Jaringan distribusi radial mempunyai beberapa keuntungan dan kelemahan sebagai berikut :

Keuntungan jaringan radial :

1. Bentuknya sederhana dibandingkan dengan bentuk lain.
2. Biaya investasinya relatif lebih murah, karena saluran menuju ke tiap beban hanya tersedia satu jalur.

Kelemahan jaringan radial :

1. Kualitas pelayanan (penyaluran daya) dibanding dengan tipe yang lain lebih jelek, sebab jatuh tegangan dan rugi-rugi daya relatif besar. Kerugian ini terjadi pada saluran.
2. Kontinuitas penyaluran daya tidak terjamin. Dengan hanya mengandalkan satu saluran, maka bila terjadi gangguan pada saluran tersebut tidak dapat diharapkan *supply* melalui saluran ini.

Jaringan radial ini dalam perkembangannya mengalami beberapa bentuk modifikasi sehingga dikenal beberapa macam jaringan distribusi radial, yaitu :

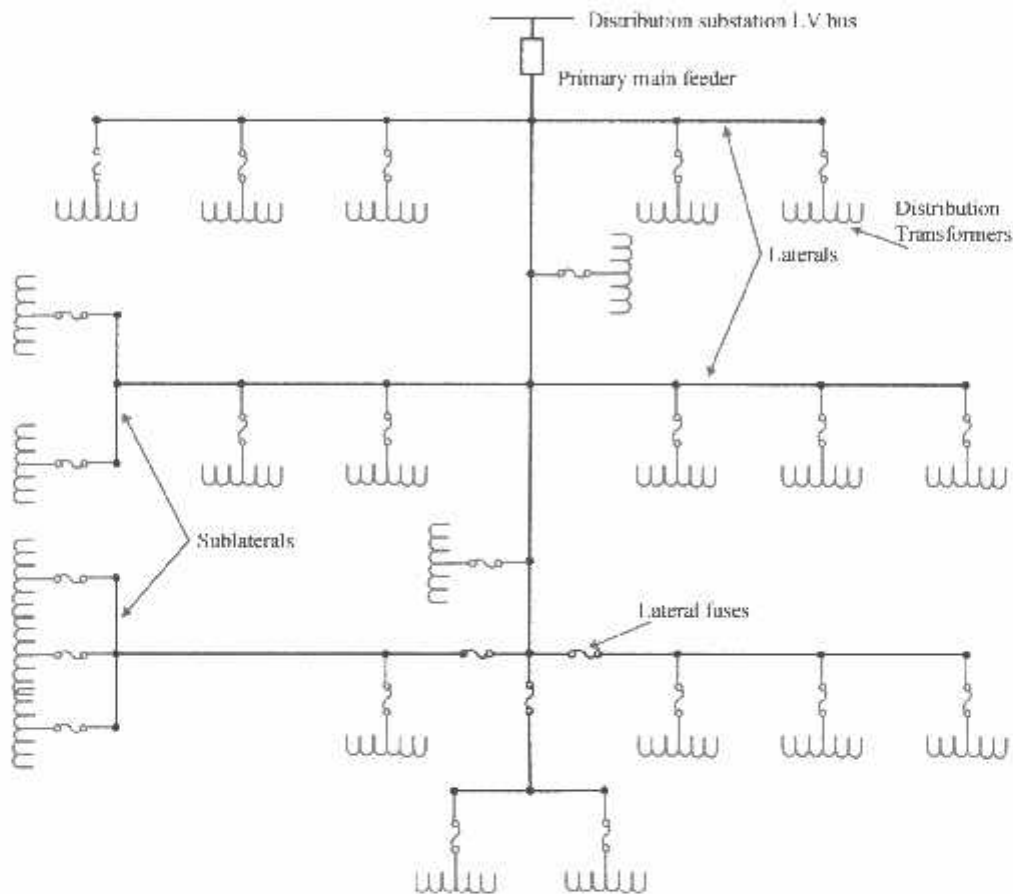
1. Sistem Radial Pohon
2. Sistem Radial dengan *Tie* dan *Swicth* Pemisah
3. Sistem Radial dengan Pusat Beban
4. Sistem Radial dengan pembagian Daerah Phasa (*Phase Area*)

#### **2.4.1. Sistem Radial Pohon**

Sistem radial jaringan pohon ini merupakan bentuk yang paling dasar dari sistem jaringan radial. Saluran utama (*main feeder*) ditarik dari suatu Gardu Induk sesuai dengan kebutuhan kemudian di cabangkan melalui saluran cabang (*lateral*

---

*feeder*), selanjutnya di cabangkan lagi melalui saluran anak cabang (*sub lateral feeder*). Ukuran dari masing-masing saluran tergantung dari besar arus yang ditanggung. Dari gambar 2.6, *main feeder* merupakan saluran yang dialiri arus terbesar, selanjutnya arus mengecil pada setiap cabang dari besarnya beban.

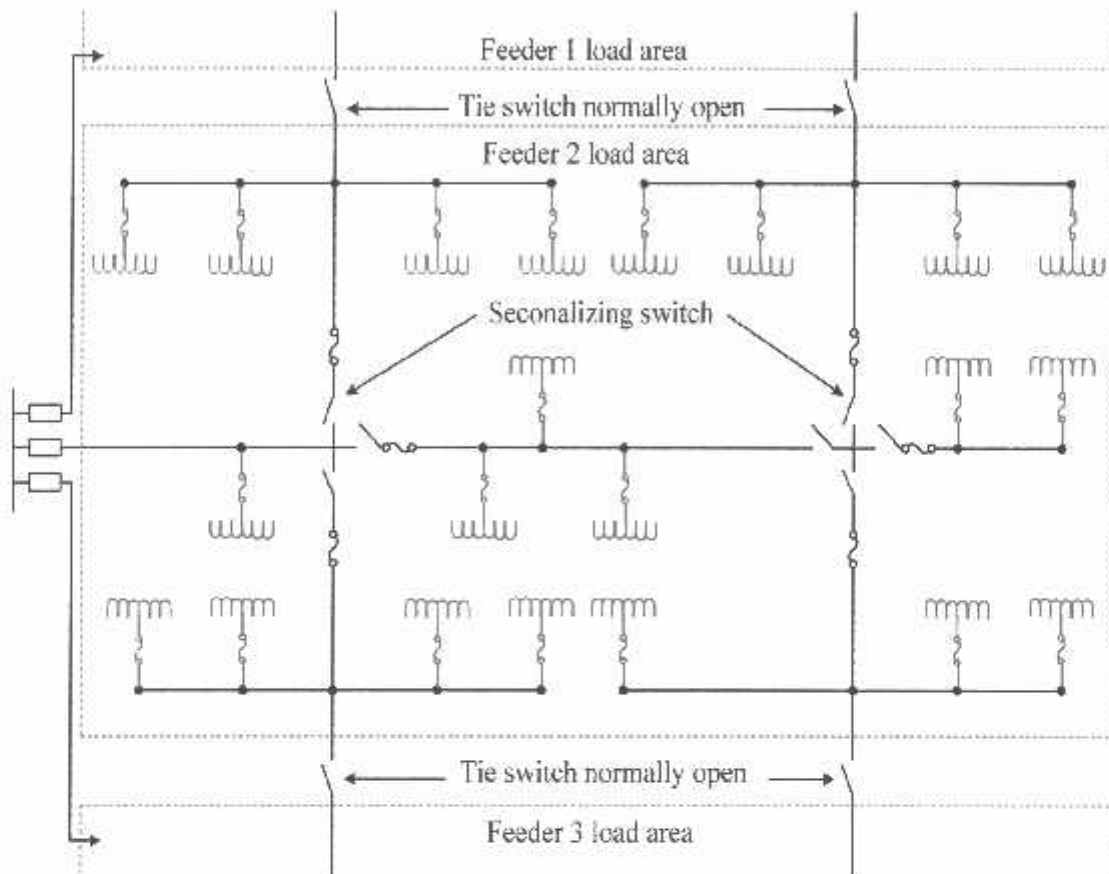


**Gambar 2.6.** Sistem radial jaringan pohon<sup>[3]</sup>

#### 2.4.2. Sistem Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah

Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon, untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadi gangguan maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut

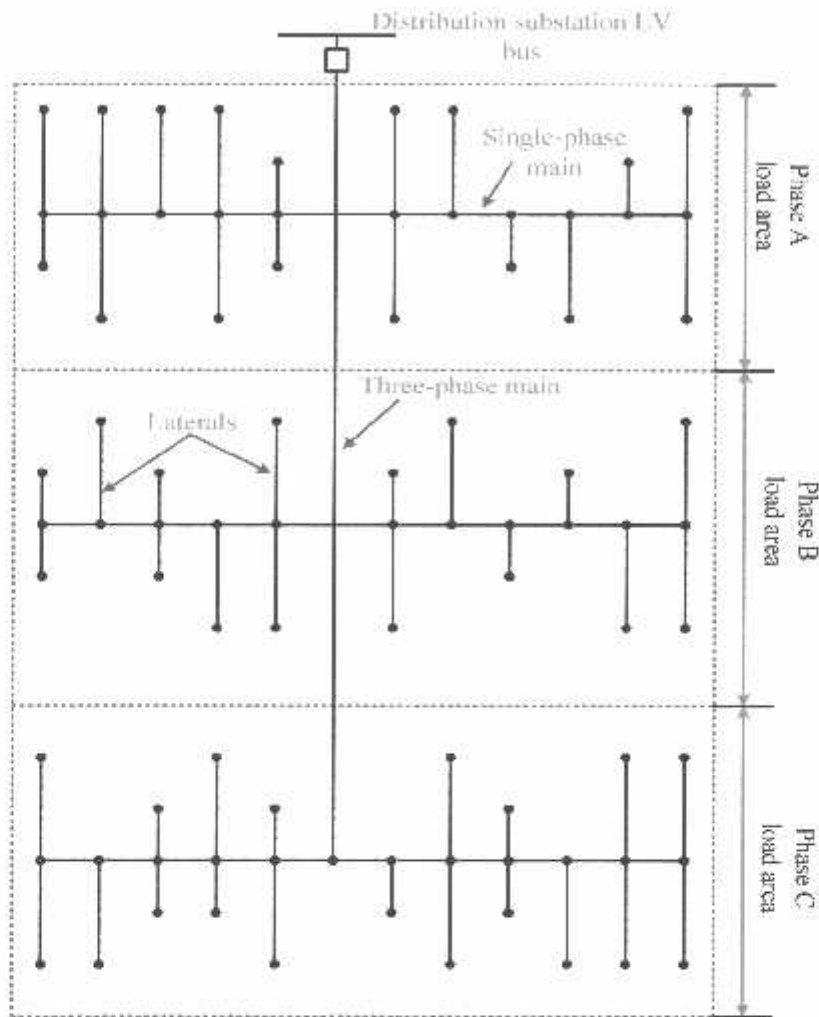
pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang tidak terganggu. Sistem radial dengan *Tie* dan *Switch* pemisah dapat dilihat pada gambar 2.7.



**Gambar 2.7.** Sistem Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah<sup>[3]</sup>

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

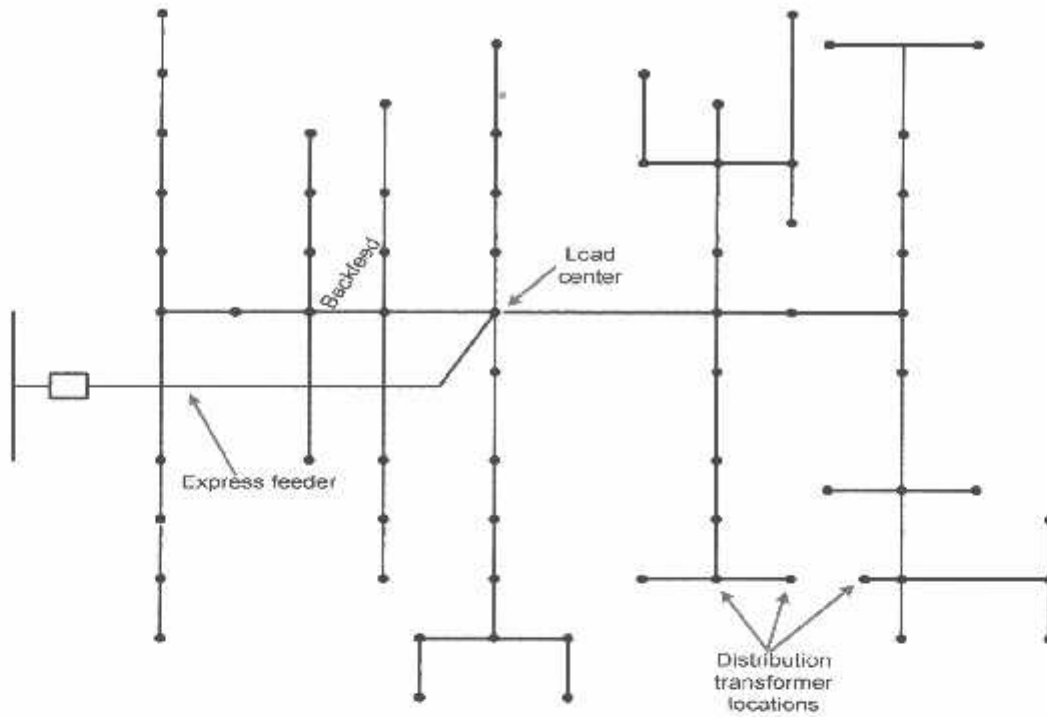
Pada bentuk ini masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini dapat menimbulkan kondisi sistem tiga fasa yang tidak seimbang (simetris), bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagian bebannya. Contoh dari sistem jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8.** Sistem Radial Dengan Pembagian *Phase Area*<sup>[3]</sup>

#### 2.4.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat

Bentuk dari sistem ini mensuplai daya dengan menggunakan *main feeder* yang disebut *express feeder* langsung ke pusat beban dan dari titik pusat beban ini disebut dengan menggunakan *back feeder* radial seperti terlihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat<sup>[3]</sup>

## 2.5. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik<sup>[4]</sup>

Dalam sistem tenaga listrik, pembangkit-pembangkit tenaga listrik harus mampu menyediakan tenaga listrik kepada pelanggan sesuai dengan permintaan beban listrik yang ada. dan hal yang harus diperhatikan adalah sistem yang tetap konstan, dalam hal ini tegangan dan frekuensi harus tetap konstan karena berhubungan dengan daya.

Daya listrik yang dibangkitkan dikenal dengan istilah:

### 2.5.1. Daya Nyata ( Real Power )

Daya Nyata dinyatakan dalam persamaan :

$$P = [ V ] [ I ] \cos \varphi \dots\dots\dots(2.1)$$

Daya nyata untuk beban 3 fasa seimbang

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

### 2.5.2. Daya Reaktif ( *Reactive power* )

Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif ( KVAR ).

Daya reaktif dinyatakan dalam persamaan :

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

Daya reaktif untuk beban 3 fasa seimbang :

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

### 2.5.3. Daya Semu ( *Apparent Power* )

Daya semu dinyatakan dalam persamaan :

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

Daya semu untuk beban 3 fasa seimbang :

$$S = \sqrt{3} | V_{\text{jala-jala}} | | I_{\text{jala-jala}} | \dots\dots\dots (2.6)$$

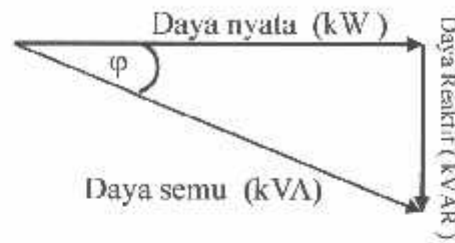
## 2.6. Daya Reaktif dan Faktor Daya<sup>[1]</sup>

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

$$\text{Faktor daya} = \frac{\text{DayaNyata}(kW)}{\text{Dayasemu}(kVA)} \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk daya semu sendiri dibentuk oleh dua kompoen daya nyata (kW) dan komponen daya reaktif (kVAR).

Hubungan ini dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.10.** Segitiga Daya<sup>[1]</sup>

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

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q_1^2}} \dots\dots\dots(2.8)$$

P = Daya Nyata (kW)

S = Daya semu (kVA)

Q – Daya reaktif (kVar)

$\varphi$  = Sudut Phase

Dari gambar 2.10 daya semu terdiri dari komponen daya nyata dan daya reaktif.

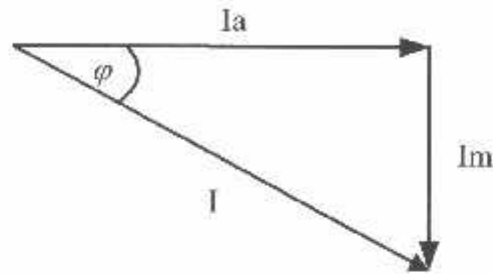
Suatu beban akan membutuhkan suplai daya aktif jika beban tersebut bersifat induktif dan suatu beban membutuhkan suplai daya reaktif jika beban tersebut bersifat kapasitif. Jadi faktor daya dapat dilihat dari hubungan antara arus nyata, arus magnetisasi dan arus total.

- Arus nyata ( $I_a$ ) adalah arus yang dibeban dan diubah kedalam energi panas.



- Arus magnetisasi ( $I_m$ ) adalah arus yang mengalir dibeban untuk menimbulkan medan magnet.
- Arus total ( $I$ ) adalah arus yang mengalir di jaringan dan merupakan penjumlahan vektor dari arus nyata dengan arus magnetisasi.

Dalam bentuk vektor hubungan tersebut digambarkan sebagai berikut :

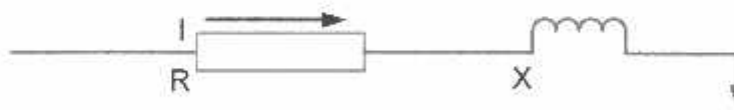


**Gambar 2.11.** Segitiga Arus<sup>[1]</sup>

Beberapa sebab sistem distribusi mempunyai faktor daya yang rendah, yaitu :

- Banyaknya pemakaian motor asinkron terutama pada industri.
- Makin meningkatnya pemakaian lampu TL untuk penerangan.
- Pemakaian pemanas air.

Menurunnya faktor daya berarti mengecilnya perbandingan antara daya nyata dengan daya semu atau berarti semakin membesarnya kebutuhan beban dan daya aktif.



**Gambar 2.12.** Saluran Primer Dengan Beban Tepusat<sup>[1]</sup>

Karena pada saluran terdapat resistansi  $R$  dan reaktansi  $X$ , maka rugi daya ( $P_L$ ) dirumuskan sebagai berikut :

$$P_L = I^2 R \\ = (I \cos \theta)^2 R + (I \sin \theta)^2 R \dots\dots\dots (2.9)$$

dimana :  $I_R$  adalah arus aktif

$I_X$  adalah arus reaktif

## 2.7. Kapasitor Daya<sup>[1]</sup>

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

### 2.7.1. Kapasitor Seri dan Kapasitor *Shunt*

Kapasitor daya terdiri atas 2 bagian yaitu kapasitor seri dan kapasitor *shunt*:

#### a. Kapasitor Seri

Kapasitor seri adalah kapasitor yang dihubung seri dengan impedansi saluran yang bersangkutan, pemakaiannya amat dibatasi pada saluran distribusi, karena peralatan pengamannya cukup rumit. Jadi secara umum dikatakan biaya untuk pemasangan kapasitor seri lebih mahal daripada biaya pemasangan kapasitor paralel atau biasa disebut kapasitor *shunt*.

---

### b. Kapasitor *Shunt*

Kapasitor *shunt* adalah kapasitor yang dihubungkan paralel dengan saluran dan secara intensif digunakan pada saluran distribusi. Kapasitor *shunt* mencatu daya reaktif atau arus yang menentang komponen arus beban induktif.

Dengan dipasangnya kapasitor *shunt* pada jaringan distribusi akan dapat memperbaiki profil tegangan, memperbaiki faktor daya dan menaikkan kapasitas sistem serta dapat mengurangi rugi saluran.

#### 2.7.2. Faktor-faktor pemilihan kapasitor Seri dan kapasitor *shunt*<sup>[5]</sup> :

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

**Tabel 2-1**  
**Kapasitor Seri dan Kapasitor *Shunt***

No	Tujuan	Kapasitor	
		Seri	Shunt
1	Memperbaiki faktor daya	Kedua	Pertama
2	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya normal dan rendah	Pertama	Kedua
3	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya yang tinggi	Tidak Dipakai	Pertama
4	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara bawah tanah dengan faktor daya yang tinggi	Tidak Dipakai	Tidak Dipakai
5	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran bawah tanah dengan	Pertama	Tidak Dipakai

6	faktor daya normal dan rendah Mengurangi rugi-rugi daya dan rugi-rugi energi pada saluran	Kedua	Pertama
7	Mengurangi fluktuasi tegangan	Pertama	Tidak Dipakai

## 2.8. Pengaruh Pemasangan Kapasitor *Shunt*<sup>11</sup>

Kapasitor *shunt* adalah kapasitor yang dihubungkan paralel dengan saluran dan secara intensip digunakan pada sistem distribusi. Kapasitor *shunt* mencatu daya reaktif atau yang menentang komponen arus beban induktif. Dengan dipasang kapasitor *shunt* pada jaringan distribusi akan dapat memperbaiki profil tegangan, memperbaiki faktor daya dan menaikkan kapasitas sistem serta dapat mengurangi rugi saluran.

Adapun dua cara dalam pemakaian kapasitor *shunt* :

- Kapasitor Tetap (*Fixed Capacitor*)
- Kapasitor Saklar (*Switched Capacitor*)

### a. Kapasitor Tetap

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

### b. Kapasitor Saklar

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

Proses membuka-menutup dari saklar kapasitor *shunt* dapat dilakukan dengan cara manual maupun dengan cara otomatis. Pengendalian secara manual (Pada lokasi atau lokasi jarak jauh) dapat dilakukan pada G.I.

Untuk pengendalian secara otomatis, termasuk didalamnya peralatan pengendali tegangan, arus dan suhu. Tipe yang paling populer adalah pengendalian saklar waktu (*time-switch control*), pengendali tegangan dan pengendali tegangan arus.

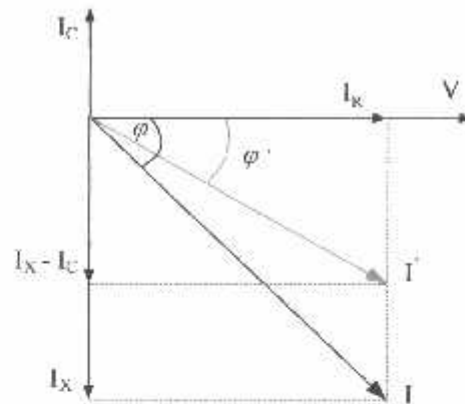
#### 2.8.1. Pengurangan Rugi-Rugi Saluran dengan Kapasitor *Shunt*

Rugi-rugi saluran sebelum ada pengaruh pemasangan kapasitor adalah seperti pada persamaan (2.9) diatas.

Sedangkan setelah pemasangan kapasitor, maka sebagian daya reaktif yang dibutuhkan oleh beban akan disuplai oleh kapasitor tersebut, sehingga arus yang mengalir di jaringan akan lebih kecil. Persamaan rugi daya dan rugi energi setelah pemasangan kapasitor adalah :

$$P_L = (I \cos \theta)^2 R + (I \sin \theta - I_c)^2 R \dots\dots\dots(2.10)$$

Dalam bentuk diagram vektor adalah :



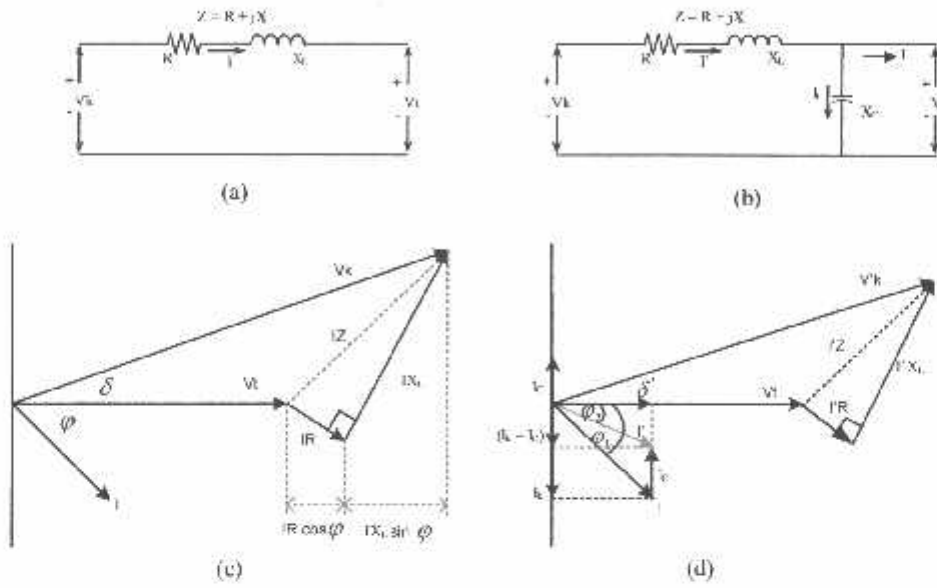
**Gambar 2-14.** Vektor arus dan tegangan sebelum dan setelah pemasangan kapasitor<sup>[1]</sup>

Sehingga pengurangan rugi daya dengan adanya pemasangan kapasitor *shunt* adalah :

$$\begin{aligned}
 \Delta_{pls} &= I^2 R - I_1^2 R \\
 &= (I \cos \theta)^2 R + (I \sin \theta)^2 R - (I \cos \theta)^2 R + (I \sin \theta - I_c)^2 R \\
 &\quad - 2(I \sin \theta) I_c R - I_c^2 R \dots\dots\dots (2.11)
 \end{aligned}$$

2.8.2. Perbaikan Tegangan<sup>[1]</sup>

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



**Gambar 2.15.** Diagram vector pada rangkaian dengan *pf lagging* (a) dan (c) tanpa kapasitor *shunt*, (b) dan (d) dengan kapasitor *shunt*

Jatuh tegangan pada jaringan dengan *pf lagging* dapat dihitung sebagai berikut :

Sebelum pemasangan kapasitor :

$$\delta V = IR \cos \varphi + IX_L \sin \varphi \text{ volt .....(2.12)}$$

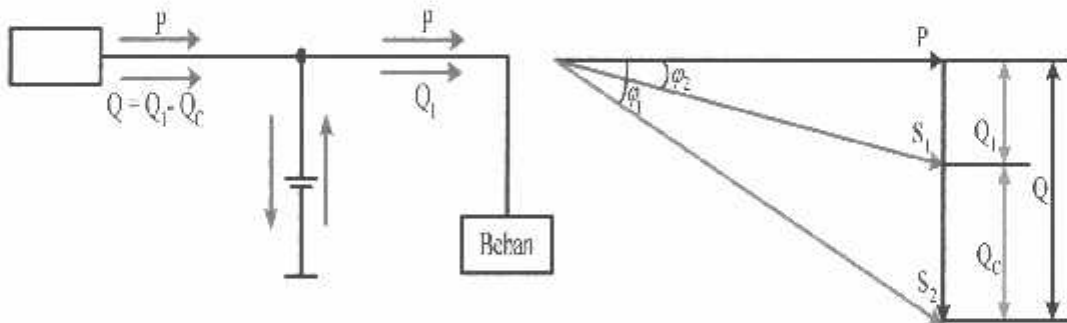
Bila kapasitor dipasang pada ujung penerima dari saluran, seperti yang terlihat pada gambar 2-15b, secara pendekatan jatuh tegangannya menjadi :

$$\delta V = IR \cos \varphi + (IX_c - I_C) \sin \varphi \text{ volt .....(2.13)}$$

**2.8.3. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem**

Manfaat terbesar yang diperoleh dari perbaikan faktor daya berasal dari pengurangan daya reaktif dalam sistem. Hal ini menghasilkan pengurangan biaya pemakaian daya yang lebih rendah, kenaikan kapasitas sistem, perbaikan tegangan dan pengurangan rugi-rugi dalam sistem. Satu-satunya jalan untuk memperbaiki faktor daya adalah mengurangi daya reaktif di jaringan, Jika komponen arus reaktif dapat dikurangi, maka total arus akan berkurang sedangkan komponen daya aktif tidak berubah, maka faktor daya akan lebih besar sebagai akibat berkurangnya daya reaktif. Faktor daya akan mencapai 100 % jika komponen daya reaktif sama dengan nol (0).

Dengan menambah kapasitor, daya reaktif Q akan berkurang, gambar 2.16 menunjukkan perbaikan faktor daya pada sistem, kapasitor mensuplai daya reaktif ke beban.



**Gambar 2-16.** Perbaikan Faktor Daya<sup>11)</sup>

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

$$\cos \varphi = \frac{P}{S_1} \dots\dots\dots(2.14)$$



Bila suatu kapasitor  $Q_c$  kVAR dipaang pada beban, faktor daya dapat diperbaiki dari  $\cos \varphi_1$  menjadi  $\cos \varphi_2$  dimana:

$$\begin{aligned}\cos \varphi &= \frac{P}{S_1} \\ \cos \varphi &= \frac{P}{\sqrt{(P^2 + Q_1^2)}} \\ \cos \varphi &= \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_1 - Q_c)^2}} \dots\dots\dots(2.15)\end{aligned}$$

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

dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

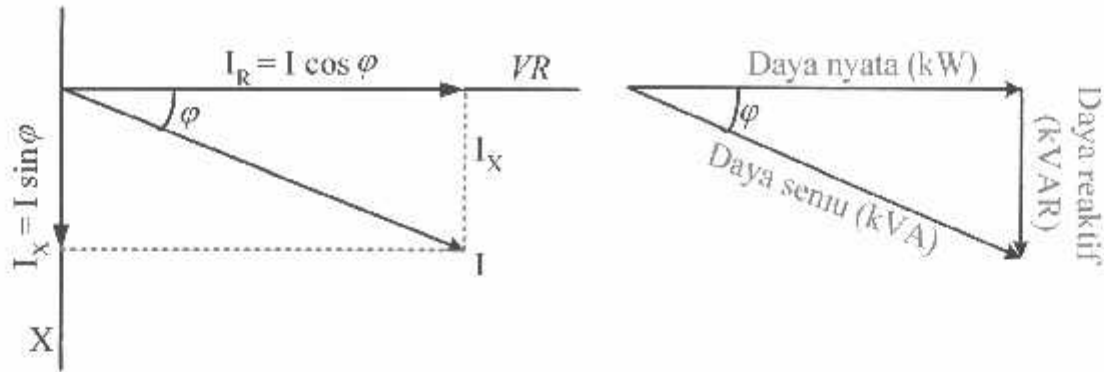
$$\% \text{ Rugi Daya} = 100 \left( \frac{\text{Faktor .daya.mula} - \text{mula}(\cos \varphi_1)}{\text{Faktor .daya.baru}(\cos \varphi_2)} \right) \dots\dots\dots(2.16)$$

%Pengurangan Rugi Daya

$$= 100 \left( 1 - \left( \frac{\text{Faktor .daya.mula} - \text{mula}(\cos \varphi_1)}{\text{Faktor .daya.baru}(\cos \varphi_2)} \right)^2 \right) \dots\dots\dots(2.17)$$

#### 2.8.4. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya

Diagram *phase* dari dua komponen arus nyata itu arus aktif dan reaktif dapat dilihat pada gambar 2-17 berikut:



Gambar 2-17. Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi<sup>[1]</sup>

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

$$\begin{aligned}
 I &= \text{Arus Semu} = \sqrt{(\text{arus.aktif})^2 + (\text{arus.reaktif})^2} \\
 &= \sqrt{(I \cdot \cos \varphi)^2 + (I \cdot \sin \varphi)^2} \dots\dots\dots(2.18)
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Semu (kVA)} &= \sqrt{(\text{Daya.aktif})^2 + (\text{Daya.reaktif})^2} \\
 (VI) &= \sqrt{(VI \cdot \cos \varphi)^2 + (VI \cdot \sin \varphi)^2} \dots\dots\dots(2.19)
 \end{aligned}$$

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

Daya Aktif = Daya Semu \* Faktor Daya

kW = kVA \* Faktor Daya

kW = kVA Cos  $\varphi$  ..... (2.20)

### 2.8.5. Penentuan Rating Kapasitor untuk Perbaikan Faktor Daya Beban

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

$$\cos \varphi = \frac{\text{Daya.aktif}}{\text{Daya.semua}} = \frac{(kW)}{(kVA)} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$\sin \varphi = \frac{\text{Daya.reaktif}}{\text{Daya.semua}} = \frac{(kVAR)}{(kVA)} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\tan \varphi = \frac{(kVAR)}{(kW)} \dots\dots\dots (2.23)$$

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

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif pada daya mula-mula} &= \text{Daya aktif} \times \tan \varphi_1 \\ &= (kW) \times \tan \varphi_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif pada faktor daya baru} &= \text{Daya aktif} \times \tan \varphi_2 \\ &= (kW) \times \tan \varphi_2 \end{aligned}$$

Dengan  $\varphi_1$  = Sudut dari faktor daya mula-mula

$\varphi_2$  = Sudut dari faktor daya yang telah diperbaiki

Rating kapasitor yang dibutuhkan perbaikan factor daya:

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif (kVAR)} &= \text{Daya aktif} \times (\tan \varphi_1 - \varphi_2) \\ &= (kW) \times (\tan \varphi_1 - \varphi_2) \dots\dots\dots (2.24) \end{aligned}$$

Untuk penyederhanaan ( $\tan \phi_1 - \phi_2$ ) sering ditulis  $\Delta \tan$ , yang merupakan suatu faktor pengali untuk menentukan daya reaktif.

Daya reaktif (kVAR) = Daya aktif x  $\Delta \tan$

$$(kVAR) = (kW) \times \Delta \tan \dots\dots\dots (2.25)$$

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

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

$$\text{Besaran per - unit} = \frac{\text{besaran sesungguhnya}}{\text{besaran dasar dengan dimensi yang sama}} \dots\dots\dots (2.26)$$

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

- Untuk data 1 fasa

Arus dasar:

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 1 fasa}}{\text{kV dasar L - N}} \dots\dots\dots (2.27)$$

Impedansi dasar:

$$\begin{aligned} Z_d &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots (2.28) \\ &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \end{aligned}$$

Dalam persamaan diatas nilai-nilai besaran diberikan untuk rangkaian satu fasa. Jadi tegangannya adalah tegangan antara fasa ke tanah dan daya setiap fasa.

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

$$Z_s = \frac{\text{Impedansi sebenarnya } Z(\Omega)}{\text{Impedansi dasar } Z_d} \dots\dots\dots (2.29)$$

## BAB III

### ANALISA PENENTUAN LETAK DAN KAPASITAS KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV TIPE RADIAL DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF*

#### 3.1. Analisa Aliran Daya Jaringan Radial<sup>[2]</sup>

Sebelum melakukan optimasi dengan menggunakan metode *Interactive trade-Off* dilakukan suatu proses analisa aliran daya untuk mengetahui kondisi suatu sistem distribusi radial.

##### 3.1.1. Tujuan

Tujuan mempelajari analisa aliran daya pada skripsi ini adalah :

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

##### 3.1.2. Metode Newton Raphson<sup>[4]</sup>

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

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

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

Injeksi daya pada simpul p adalah :

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

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

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

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

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

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

Maka persamaan (3.3) dapat ditulis :

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

Dengan memisahkan bagian riil dan bagian imajiner maka diperoleh :

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

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

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

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

Dimana :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

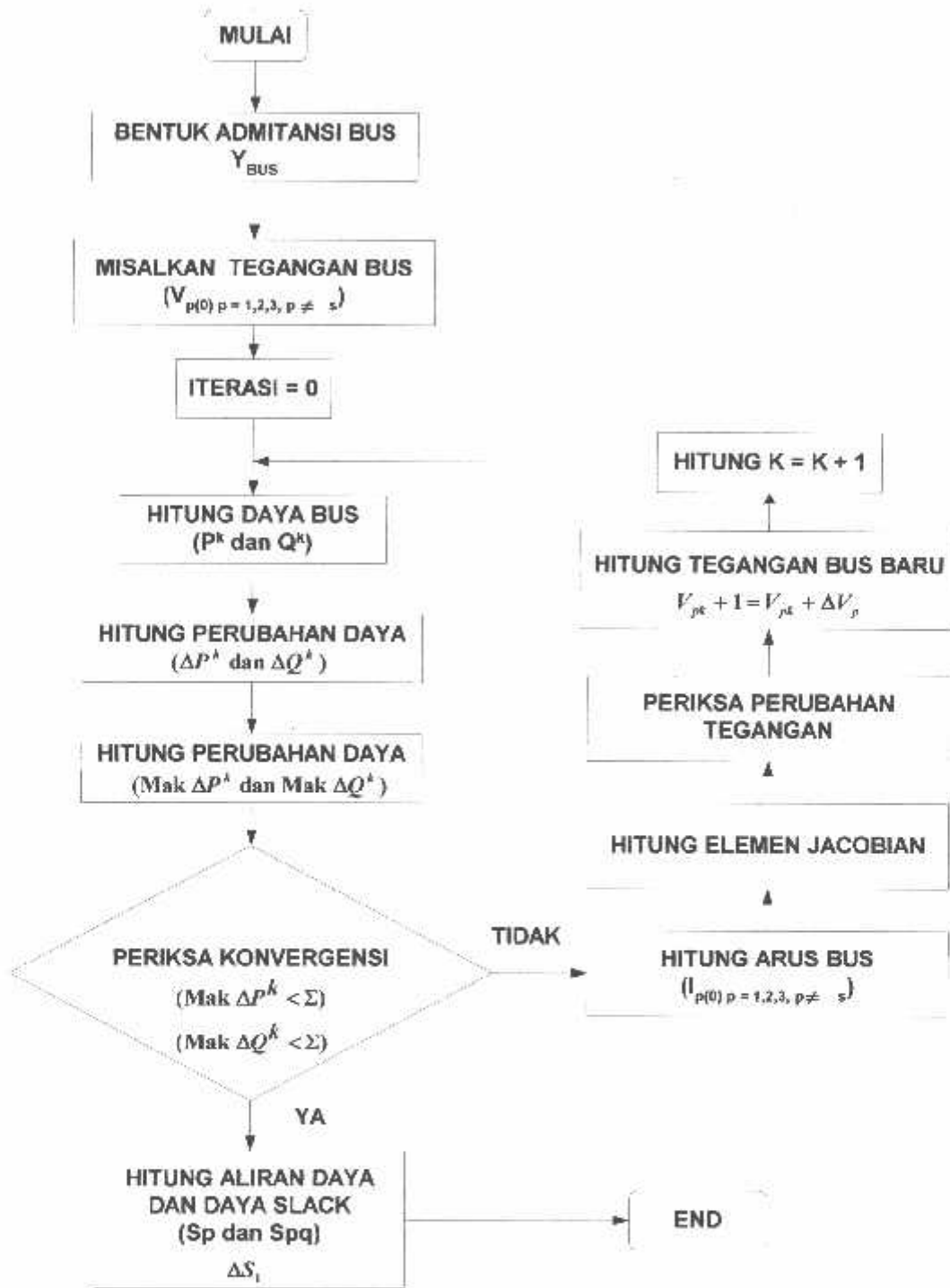


Proses perhitungan akan berulang sampai selisih daya nyata dan daya reaktif antara yang dijadwalkan dengan yang dihitung, yaitu  $\Delta P$  dan  $\Delta Q$  untuk semua simpul mendekati nilai toleransi atau proses perhitungan iterasi mencapai konvergen.

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

1. Tentukan nilai  $P_{p(\text{ditetapkan})}$  dan  $Q_{p(\text{ditetapkan})}$  yang mengalir ke dalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau perkiraan dari besar dan sudut tegangan untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
  2. Hitung  $\Delta P$  pada setiap rel.
  3. Hitung nilai-nilai matrik Jacobian dengan menggunakan nilai-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari besar dan sudut tegangan dalam persamaan untuk turunan parsial yang ditentukan dengan differensiasi persamaan (3.5) dan (3.6).
  4. Balikkan Jacobian itu dan hitung koreksi-koreksi tegangan  $\Delta\delta_q$  dan  $\Delta|V_q|$  pada nilai sebelumnya.
  5. Hitung nilai baru dari  $\delta_q$  dan  $|V_q|$  dengan menambahkan  $\Delta\delta_p$  dan  $\Delta|V_q|$  pada nilai sebelumnya.
  6. Kembali ke langkah pertama dan ulangi proses itu dengan menggunakan nilai untuk besar dan sudut tegangan yang ditentukan paling akhir sehingga semua nilai  $\Delta P$  dan  $\Delta Q$  atau semua nilai  $\Delta\delta$  dan  $\Delta|V|$  lebih kecil dari suatu indeks ketetapan yang telah dipilih.
-

### 3.1.4. Flowchart Algoritma Aliran Daya Newton Raphson



Gambar 3.1. Flowchart Algoritma Aliran Daya Newton Raphson

### 3.2. Penyelesaian Metode *Interactive Trade-off*

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

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

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

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

---

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

Algoritma Genetika memiliki empat dasar kerja yaitu :

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

### 3.2.1.1. Istilah-Istilah Algoritma Genetika

Algoritma Genetika menggunakan mekanisme genetika yang ada pada proses alami dan sistem buatan. Istilah-istilah yang digunakan adalah gabungan dari dua disiplin ilmu, yaitu ilmu Biologi dan ilmu computer. Mitsuo Gen dan Runwei Cheng (1997) menjelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika sebagai berikut :

**Tabel 3-1. Istilah Yang Digunakan Dalam Algoritma Genetika**

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

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

#### **Jumlah Generasi (MAXGEN)**

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

**Ukuran Populasi (POPSIZE)**

Ukuran populasi mempengaruhi kinerja dan efektifitas dari Algoritma Genetika. Jika ukuran populasi kecil maka populasi tidak menyediakan cukup materi untuk mencakup ruang permasalahan, sehingga pada umumnya kinerja Algoritma Genetika menjadi buruk. Dalam hal ini dibutuhkan ruang yang lebih besar untuk mempersentasikan keseluruhan ruang permasalahan. Selain itu penggunaan populasi yang besar dapat mencegah terjasinya konvergensi pada wilayah local. Zbigniew Michalewics (1996) berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika mempergunakan populasi pada range 50-100.

**Probabilitas Crossover ( $P_c$ )**

Probabilitas crossover ini digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator crossover. Dalam ha ini, dalam populasi terdapat  $P_c \times POPSIZE$  struktur (individu) yang melakukan pindah silang. Semakin besar nilai probabilitas crossover maka semakin cepat struktur baru yang diperkenalkan dalam populasi. Namun jika probabilitas crossover terlalu besar maka struktur dengan nilai fungsi obyektif yang baik dapat hilang dengan lebih cepat dari seleksi. Sebaliknya jika probabilitas terlalu kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses Algoritma Genetika. Zbigniew Michalewics (1996) berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika mempergunakan angka probabilitas crossover pada range 0.65 – 1.

---

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

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi, karena frekuensi terjadinya mutasi tersebut menjadi  $P_m \times \text{POPSIZE} \times N$ , dimana  $N$  adalah panjang struktur / gen dalam satu individu. Probabilitas mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba. Dan sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan akan semakin mirip dengan induknya. Dalam Algoritma Genetika, mutasi menjalankan aturan penting yaitu :

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

Zbigniew Michalewics (1996) berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika mempergunakan angka probabilitas mutasi pada daerah range 0.001 – 0.01.

### **Panjang Kromosom ( $NVAR$ )**

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

#### **3.2.1.2. Proses Algoritma Genetika**

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

---

### A. Pengkodean atau Representasi

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

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

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

### B. Fungsi *Fitness* (Fungsi Evaluasi)

Dalam Algoritma Genetika, sebuah fungsi *fitness*  $f(x)$  harus dirancang untuk masing-masing permasalahan yang akan diselesaikan. Dengan

---



menggunakan kromosom tertentu, fungsi obyektif atau fungsi evaluasi akan mengevaluasi status masing-masing kromosom. Setiap gen  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) dipergunakan untuk menghitung  $f_k(x)$  ( $k = 1, 2, \dots, \text{POPSIZE}$ ).

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

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

### C. Seleksi

Pada Algoritma Genetika terdapat proses seleksi yaitu proses pemilihan kromosom yang akan di-crossover-kan dengan kromosom dari individu lain. Masalah yang paling mendasar pada proses ini adalah bagaimana proses penyeleksiannya. Menurut teori Darwin proses seleksi individu adalah : "*individu terbaik akan tetap hidup dan menghasilkan keturunan*". Pada proses seleksi ini

---

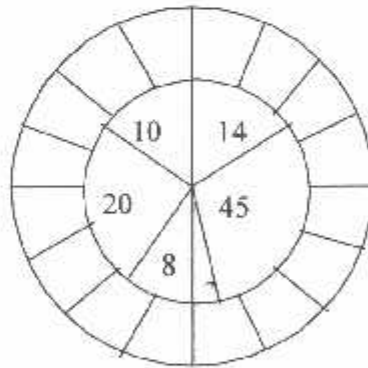
dapat menggunakan banyak metode seperti *roulette wheel selection*, *rank selection*, *elitesm* dan lain sebagainya.

#### ▣ Roulette Wheel Selection

Dimana setiap individual memiliki harga fitness sehingga didapatkan probabilitas individual  $(f(t)/\sum f(t))$  tersebut dicopykan pada populasi yang baru. Untuk individual yang memiliki probabilitas 20% untuk jumlah populasi 10 maka kemungkinan individual tersebut dapat terpilih sebanyak dua kali. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar 3.1.

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

1. Menjumlahkan fitness dari seluruh anggota populasi.
2. Membangkitkan nilai k, suatu nilai random antara 0 dan total fitnessnya.
3. Menjumlahkan fitness dari kromosom-kromosom dari populasi mulai 0 hingga total fitness lebih besar atau sama dengan nilai k lalu ambil kromosom tersebut.



**Gambar 3.2.** Roulette-Wheel<sup>[6]</sup>

### Rank Selection

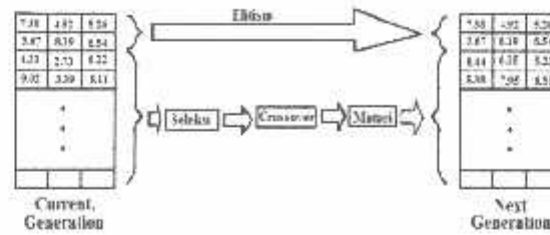
Apabila fitness yang dimiliki oleh suatu kromosom dalam populasi berbeda terlalu jauh dari kromosom lainnya maka hal ini dapat menjadi permasalahan. Misalnya bila kromosom terbaik mempunyai fitness yang menyebabkan besarnya tempat yang dimilikinya dalam *roulette wheel* sebesar 90% maka kromosom-kromosom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

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

#### 3.2.1.3. Elitism

Selama membuat populasi baru dengan *crossover* dan mutasi, kemungkinan akan terjadi kehilangan kromosom terbaik (*best/few best*). Elitism adalah metode yang pertama kali meng-copy-kan kromosom terbaik (*best/few best*) kedalam populasi baru. Sisanya dikerjakan dengan cara biasa, yaitu melalui seleksi, *crossover* dan mutasi. Elitism dapat secara cepat meningkatkan performansi dari Algoritma Genetika karena *elitism* menghindarkan hilangnya hilangnya solusi terbaik (*best / few best*) yang telah ditemukan. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar 3.3.

---

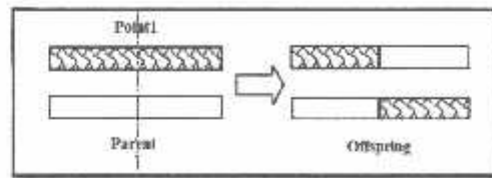


**Gambar 3.3.** Pembentukan *Next Generation* dalam Algoritma Genetika<sup>[6]</sup>

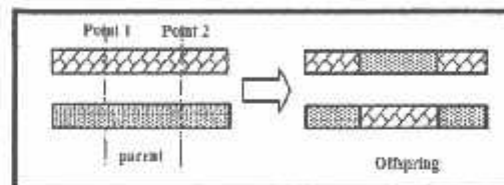
#### 3.2.1.4 Crossover (Pindah Silang)

Fungsi dari *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi gen dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random  $r_k$  dimana  $k = 1, 2, \dots, \text{POPSIZE}$ . Probabilitas *crossover* ( $P_c$ ) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator *crossover*. Apabila nilai  $r_k < P_c$  maka kromosom ke- $k$  terpilih untuk mengalami *crossover*. *Crossover* yang paling sederhana adalah *one point crossover*. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua parent tersebut dengan batas titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3.4.

Kemudian ditingkatkan lagi dengan menggunakan *two point crossover*. Penentuan posisi titik persilangan sama seperti sama seperti *one point crossover* sebelumnya. Pemilihan secara random dilakukan 2 kali. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua parent tersebut dengan batas dua titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3.5.

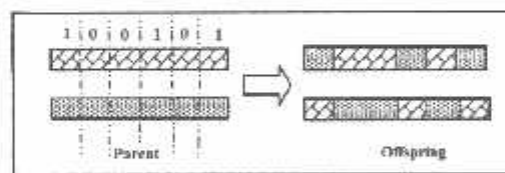


**Gambar 3.4.** Ilustrasi operator dengan *One Point Crossover*<sup>[6]</sup>



**Gambar 3.5.** Ilustrasi operator dengan *Two Point Crossover*<sup>[6]</sup>

Untuk *crossover* uniform dibangkitkan suatu nilai random 0 dan 1 sepanjang jumlah kromosom untuk nilai loci. Jika nilai yang dibangkitkan mempunyai nilai 1 maka *allele* parent 2 dan offspring 2 untuk loci tersebut diambil dari *allele* parent 1 dan offspring 2 untuk loci tersebut diambil dari *allele* parent 2. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3.6.

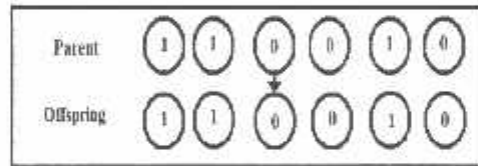


**Gambar 3.6.** Ilustrasi operator *crossover* dengan *uniform crossover*<sup>[6]</sup>

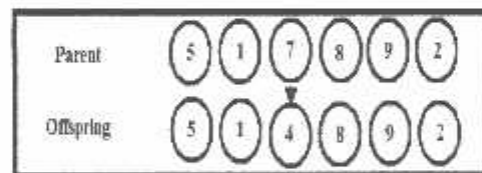
### 3.2.1.5 Mutation (Mutasi)

Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih nilai gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random  $r_k$  dimana  $k = 1, 2, \dots, NVAR$  (panjang kromosom). Probabilitas mutasi ( $Pm$ )

ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator mutasi. Apabila nilai random  $r_k$ ,  $P_m$  maka gen ke-k kromosom tersebut terpilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan mengganti gen 0 dengan 1 atau sebaliknya gen 1 dengan 0. Biasanya disebut flip yaitu membalik nilai ke 1 atau 1 ke 0. Ilustrasi kerja operator untuk representasi string biner digambarkan pada gambar 3.7. Untuk bentuk representasi integer atau floating point, atau selain string biner, seperti gambar 3.8, proses mutasi terjadi apabila nilai  $r_k < P_m$  memenuhi maka gen ke-k digantikan oleh suatu nilai random yang dibangkitkan pada range tertentu sesuai dengan pembentukan populasi awal.



**Gambar 3.7.** Ilustrasi operator mutasi untuk representasi string biner<sup>[6]</sup>



**Gambar 3.8.** Ilustrasi operator mutasi untuk representasi integer<sup>[6]</sup>

Untuk kromosom induk seperti gambar 3-8 diatas yaitu 5-1-7-8-9-2, proses mutasi adalah dibangkitkan sebuah nilai random  $r_k$ , [ $k = 1 \dots NVAR$ ]. Misalkan pada saat  $k = 3$  nilai  $r_3 < P_m$  maka gen ke-3 yang bernilai 7 akan bermutasi dengan gen hasil random pada range  $\{1 \dots x\}$  dan diperoleh nilai 4.

Maka bentuk kromosom barunya adalah 5-1-4-8-9-2. Dimana  $x$  adalah nilai sembarang integer.

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,  $P_{m}$ . Posisi elemen pada kromosom yang akan mutasi ditentukan secara random. Mutasi dikerjakan dengan cara melakukan perubahan pada elemen tersebut.

### 3.3. Metode *Interactive Trade-Off*<sup>[7]</sup>

Pada prinsipnya metode *Algoritma Interactive trade-Off* ini merupakan suatu metode yang baik dalam menganalisa masalah penentuan letak dan kapasitas kapasitor pada jaringan primer, tujuan-tujuan ini berbeda satu sama lainnya dan memiliki hubungan-hubungan *trade-off*. Pendekatan-pendekatan konvensional yang mengoptimalkan satu tujuan yang memiliki suatu tingkat kesulitan dalam memecahkan suatu studi kasus. Oleh karena itu dengan adanya metode *Algoritma Interactive trade-Off* yang didasarkan atas teknik  $\epsilon$ -dihambat ( *$\epsilon$ -constrained technique*) yaitu untuk memperoleh sebuah solusi yang diinginkan dan paling memuaskan. Melalui tahap-tahap interaktif, metode ini dapat memberikan pilihan atau kebijakan pengoperasian sistem pada setiap tujuan untuk memecahkan masalah optimisasi multi tujuan (*multi-objective optimization*). Pada metode *Algoritma Interactive trade-Off* lebih di titik beratkan pada masalah biaya yang paling rendah (ekonomis), karena dalam perhitungan diarahkan hanya ke

---

satu titik saja, yaitu ketitik yang memberikan hasil dengan biaya termurah dari penempatan kapasitor.

Sebuah sistem distribusi dengan lokasi  $nl$  yang dimungkinkan sebagai penempatan kapasitor, dan level beban  $nl$  yang berbeda. Biarkan  $q$  menjadi vektor dimensional  $nl$ , di mana  $q = (q_1, q_2, \dots, q_{nl})$ , di mana  $q_i$  menggambarkan ukuran kapasitor yang dipasang pada lokasi  $i$ . Biarkan  $q^j = (q^j_1, q^j_2, \dots, q^j_n)$  di mana  $q$  menunjukkan seting kontrol pada lokasi  $i$  selama level beban ke  $j$ . Selanjutnya, dipertimbangkan dua kapasitor yang berbeda, yaitu kapasitor yang berubah-ubah (*Switched*) dan kapasitor tetap (*fixed*).

### 3.3.1. Fungsi Tujuan (*Objective Functions*)

Tujuan dari penempatan kapasitor dalam sistem distribusi adalah untuk mengurangi kehilangan energi dan tingkat tegangan dalam batas yang diijinkan, serta meminimalkan biaya total pada rencana penempatan yang dipilih.

### 3.3.2. Meminimalkan Pengeluaran Konstruksi Kapasitor ( *Minimise The Capacitor Construction expenditures* )

Pengeluaran biaya kapasitor terdiri dari dua hal. Hal pertama menunjukkan biaya pembelian, sedangkan hal kedua menunjukkan biaya pemasangan dan pemeliharaan.

$$\min f_c = \sum_{i \in \Omega, y} \frac{1}{y} [k_p(q) + k_j(q)] a_i \dots \dots \dots (3.10)$$

Di mana:

$a_i$  = Variabel keputusan 0-1,  $a_i = 1$  apabila bus ke  $i$  dipilih untuk pemasangan kapasitor; sebaliknya  $a_i = 0$ .



$\Omega$  = Menunjukkan lokasi penempatan yang terdiri dari bus-bus yang akan dipertimbangkan untuk injeksi kapasitor.

$Y$  = Menunjukkan lama waktu (tahun) dari kapasitor.

$k_p$  = Menggambarkan biaya pembelian kapasitor dengan ukuran  $q$ .

$k_f$  = Menunjukkan pemasangan tetap dan biaya pemeliharaan.

### 3.3.3. Meminimalkan Kehilangan Daya Nyata ( *Minimise The Real Power Loss* )

Tujuan ini diusahakan untuk meminimalkan biaya total dari kehilangan daya nyata yang muncul dari cabang-cabang saluran, seperti yang ditetapkan dalam persamaan berikut ini:

$$\min f_p = \sum_{j=1}^{nt} k_j t_j p_{\text{loss},j} \dots\dots\dots (3.11)$$

Di mana:

$nt$  = Menunjukkan total jumlah level beban.

$k_j$  = Menunjukkan biaya daya yang muncul pada level beban  $j$ .

$t_j$  = Menunjukkan durasi pada level beban  $j$ .

$p_{\text{loss},j}$  = Menunjukkan total kehilangan daya nyata pada sistem yang dipertimbangkan dalam level beban  $j$ .

### 3.3.4. Meminimalkan Penyimpangan Tegangan Bus ( *Minimise The Deviation of Bus Voltage* )

Tegangan bus, sebuah indeks yang penting mencirikan keamanan sistem dan kualitas daya untuk sebuah sistem distribusi. Oleh karena itu, satu indeks

didefinisikan untuk mengukur defisiensi yang disebabkan oleh penyimpangan tegangan bus seperti di bawah ini:

$$\min f_v = \max_i |v_i - v_i^{\text{Rated}}| \quad i = 1, 2, 3, \dots, nb \dots \dots \dots (3.12)$$

Di mana:

$nb$  = Menunjukkan total jumlah bus.

$v_i$  dan  $v_i^{\text{rated}}$  = Menunjukkan tegangan nyata dan tegangan yang dinilai pada bus  $i$ .

$f_v$  = Menunjukkan penyimpangan maksimal dari tegangan bus dalam sistem.

### 3.3.5. Memaksimalkan *Security Margin* dari Feeder dan Transformator

Sebuah indeks sederhana untuk menilai keamanan sistem adalah pembebanan margin pengisi dan transformer. Indeks keamanan ditentukan sebagai berikut:

$$\min f_s = 1 - \min_i \left| \frac{P_{i\text{Rate}} - P_{i\text{load}}}{P_{i\text{Rate}}} \right| \quad i = 1, 2, 3, \dots, nb \dots \dots \dots (3.13)$$

Di mana:

$P_{i\text{load}}$  dan  $P_{i\text{Rated}}$  = Menunjukkan aliran daya dan batas kapasitas dari cabang (transformer)  $i$ .

$nb$  = Menunjukkan total jumlah cabang-cabang.

$f_s$  = Menunjukkan keamanan dan indeks kapasitas sistem dari pengisi.

### 3.3.6. Optimisasi Multi Tujuan ( *Multi-Objective Optimisation* )

Perencanaan atau pengoperasian sebuah sistem pada umumnya memiliki banyak tujuan, yang harus didapatkan secara simultan. Dari perspektif matematika, masalah optimisasi multi objektif dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\min f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)]^T \dots\dots\dots (3.14)$$

$$x \in \Omega \dots\dots\dots (3.15)$$

$$c_j(x) = 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots (3.16)$$

$$h_k(x) \leq \quad k = 1, 2, \dots, p \dots\dots\dots (3.17)$$

Di mana:

$x$  = Menunjukkan suatu vektor keputusan.

$\Omega$  = Menunjukkan domain bukan kosong (ruang solusi), dan  $f_i(x)$ ,  
 $i = 1, 2, \dots,$

$M$  = Menunjukkan fungsi-fungsi tujuan.

$c_j(x)$  dan  $h_k(x)$  = Menunjukkan batasan-batasan yang sama dan tidak sama.

Satu alternatif yang penting untuk optimisasi multi tujuan adalah tidak untuk mendapatkan solusi terbaik, tetapi untuk memperoleh solusi kompromi (optimal) yang baik. Dalam kasus ini, konsep kebaikan digunakan untuk mencirikan solusi untuk masalah multi tujuan dengan melakukan analisis *trade-off*.

$$f_i(x) \leq \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } i \neq N \dots\dots\dots (3.19)$$

$$x \in \Omega \dots\dots\dots (3.20)$$

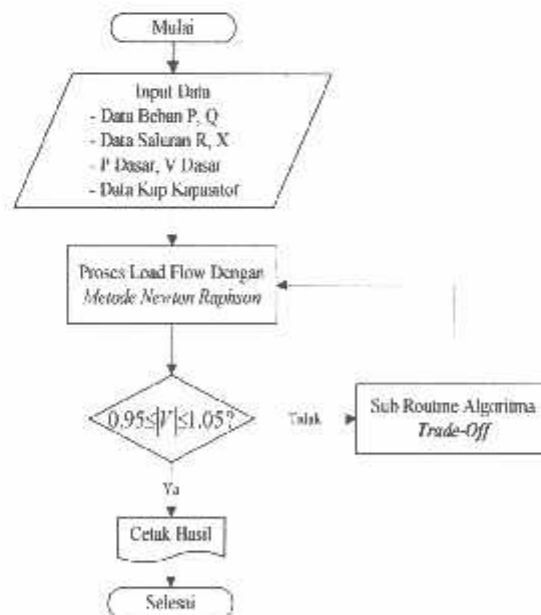
- b. 'Tidak' Langsung ke langkah 5
4. Melakukan Sub Routine Algoritma *Trade-Off*
5. Cetak hasil
6. Stop

### 3.3.9. Algoritma Program Solusi *Interactive Trade-Off*

1. Masukkan Parameter-parameter *GA* Jumlah populasi (Pop Size), Maksimum Generasi (Max Gen), nilai kemungkinan Crossover (Pc), Nilai Kemungkinan Mutasi (Pm), dan panjang kromosom tiap individu.
  2. Memecahkan masalah *Multi-Objective* Dengan Metode *GA* memakai persamaan  $\min f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)]^T$ ; Misalnya  $\epsilon_i^0$  menunjukkan nilai optimal awal dari fungsi tujuan ke  $i$  dari tingkat 1, yaitu  $\epsilon_i^0 = \min f_i(x)$ ,  $1, 2, \dots, m$
  3. Uji Solusi dari Tahap 2, apabila Solusi ini dipenuhi dan sesuai dengan batasan  $h_k(x) \leq 0$  'Ya', Maka lakukan 'Stop'; sebaliknya, apabila solusi ini tidak dipenuhi, melangkahlah ke tahap selanjutnya
  4. Tetapkan poin interaktif  $r = 0$
  5. Pilihlah fungsi tujuan utama,  $f_r(x)$ , dari perangkat fungsi-fungsi tujuan, dan biarkan fungsi tujuan yang tersisa  $m-1$  menjadi batasan-batasan ketidaksamaan dengan menentukan hubungan maksimum batas-batas yang diperbolehkan,  $\epsilon_i^{r-1}$ .
  6. Pecahkan masalah optimal tujuan tunggal Dengan Menggunakan persamaan  $\min f_r(x)$ .
-

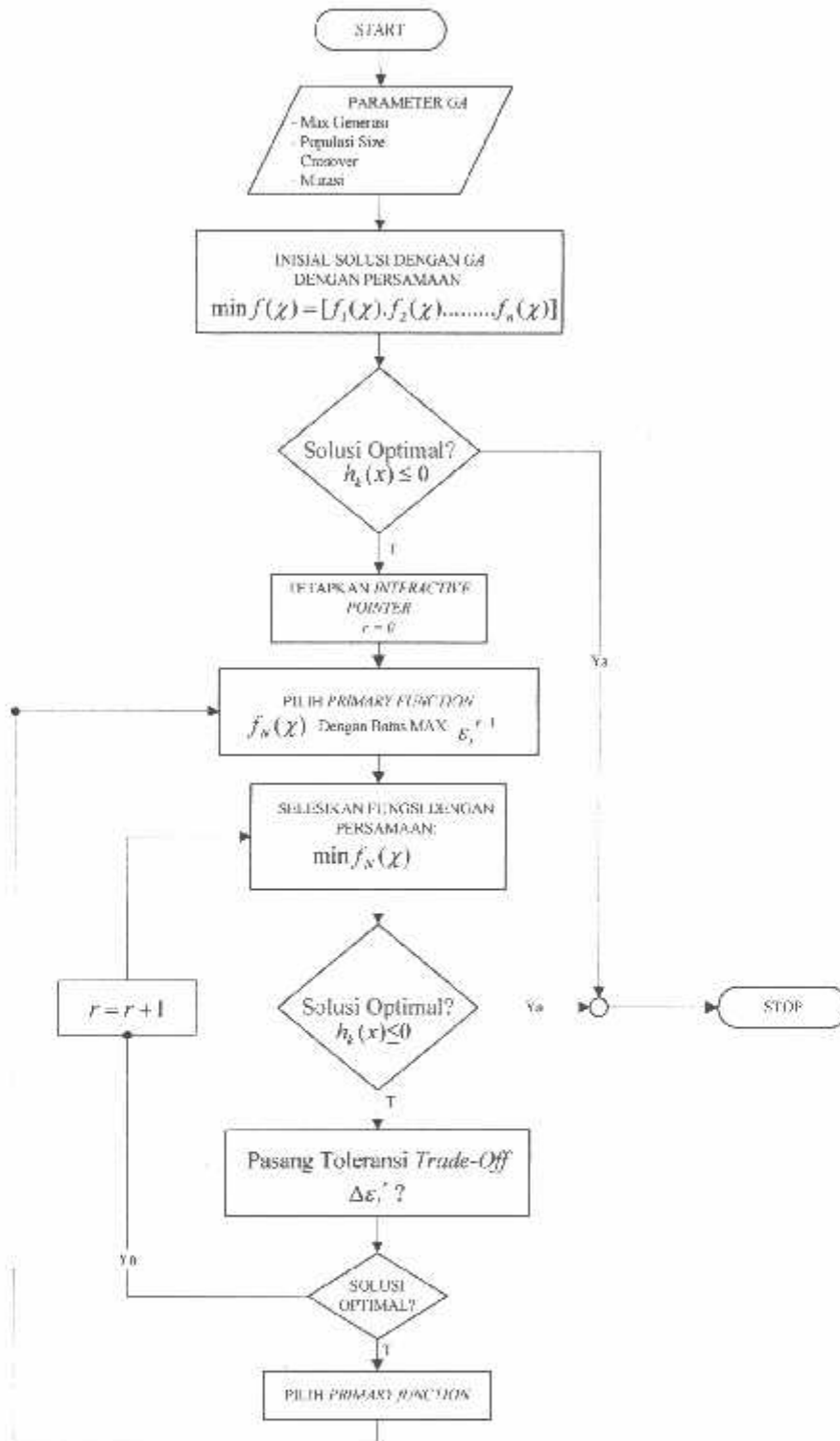
7. Tetapkanlah solusi dari tahap 6. Apabila solusi ini dipenuhi dan sesuai dengan batasan  $h_k(x) \leq 0$  'Ya', maka Lakukan 'Stop' ; sebaliknya, apabila solusi ini tidak dipenuhi 'Tidak', melangkahlah ke tahap selanjutnya.
8. Pasanglah kembali toleransi trade-off  $\Delta \epsilon_i^r$ . Apabila sudah dipasang, tentukanlah nilai yang baru untuk masing-masing  $\epsilon_i^r$  dan biarkan  $r = r+1$ . Kemudian, melangkahlah ke tahap 5; apabila terjadi sebaliknya, melangkahlah ke tahap selanjutnya
9. Apabila *primer function* utama harus dirubah, melangkahlah ke tahap 5; jika terjadi sebaliknya, melangkah ke tahap selanjutnya.
10. STOP (Menghasilkan keluaran solusi yang paling memuaskan)

### 3.3.10. Flowchart Algoritma Pemecahan Masalah



**Gambar 3.9.** Flowchart Algoritma Pemecahan Masalah

### 3.3.11. Flowchart Algoritma Solusi *Interactive Trade-Off*



Gambar 3-10 Flowchart Algoritma Solusi *Interactive Trade-Off*

## BAB IV

### ANALISA PENENTUAN LETAK, KAPASITAS KAPASITOR, JUMLAH PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20kV TIPE RADIAL PENYULANG PUJON

#### 4.1. Program Komputer Penentuan Letak, Kapasitas Kapasitor, Jumlah Pada Jaringan Distribusi Radial Penyulang Pujon

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

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 dan diaplikasikan pada komputer Pentium 4. dengan Prosesor 1,8A GHz, dengan Memori 256 Mb.

#### 4.2. Sistem Distribusi Tenaga listrik 20kV GI Sengkaling Penyulang Pujon.

Dalam perhitungan aliran daya Data yang diambil dari GI Sengkaling Malang yang melayani 6 (enam) buah penyulang dengan 2 (dua) buah Trafo yang masing-masing 150/20kV-30MVA dan 150/20kV-30MVA.

Namun pada sekripsi ini hanya menganalisa satu penyulang saja, yaitu pada penyulang Pujon. Sistem Distribusi Radial GI Sengkaling yang memakai tegangan Distribusi 20kV. Untuk menyelesaikan perhitungan Aliran Daya terlebih dahulu ditetapkan *single line diagram* sesuai dengan gambar 4-1 yang akan

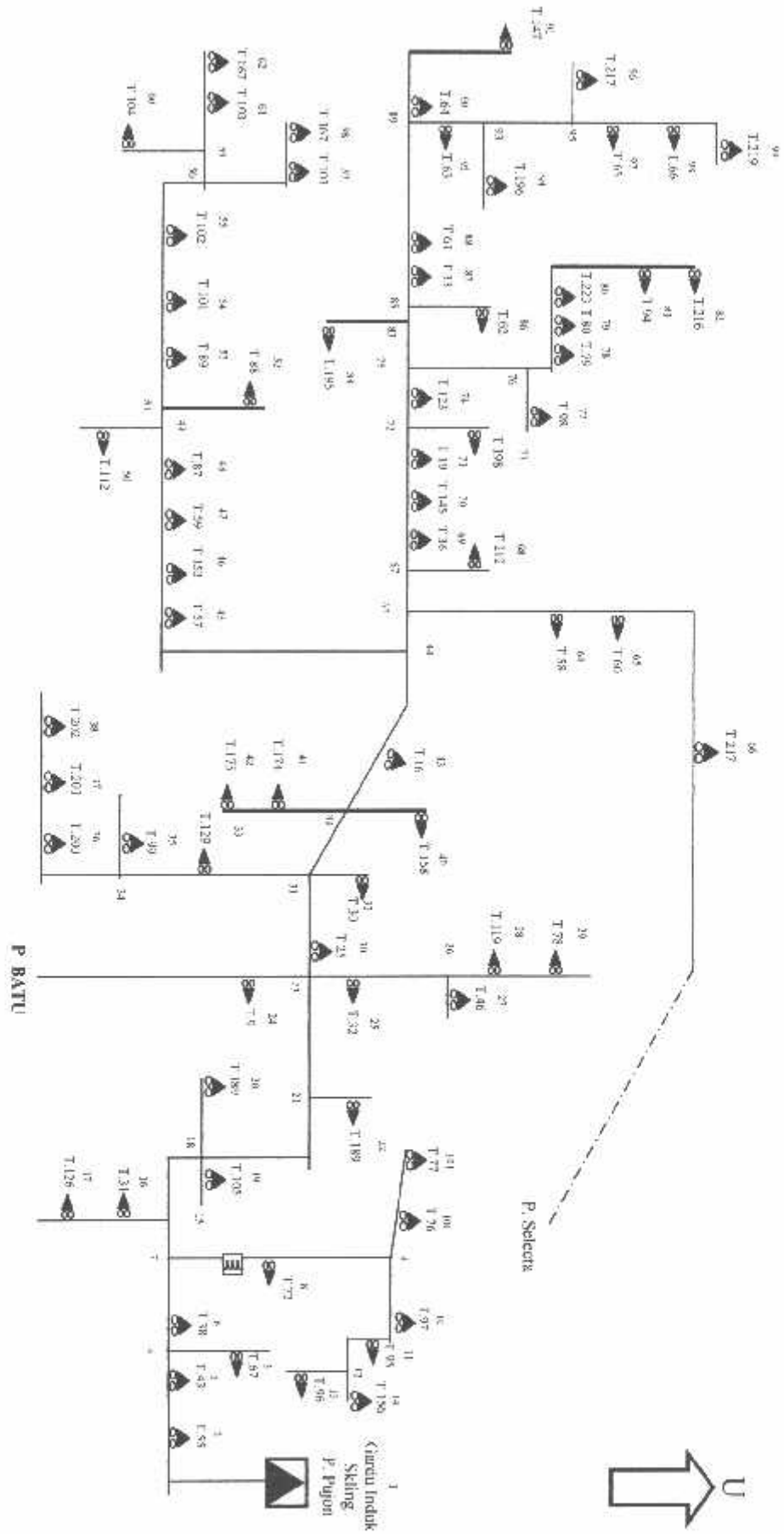
dianalisis. Agar memudahkan perhitungan maka digunakan system per-unit (pu),dimana dasar yang digunakan:

- Tegangan Dasar : 20kV
- Daya Dasar : 30MVA

Selanjutnya bus-bus yang diklasifikasikan, yaitu busbar GI Sengkaling diasumsikan sebagai *slack bus*, sedangkan bus-bus yang lain sepanjang saluran Radial sebagai *load bus*. Dalam hal ini tidak ada bus generator karena sepanjang saluran tidak terdapat pembangkitan.

---





Gambar 4.1. Single Line Diagram Penyulang Pujon Sebelum Penempatan Kapasitor

### 4.3. Data Saluran

Jaringan distribusi Penyulang Pujon menggunakan kabel saluran udara dengan spesifikasi yang seperti pada tabel.4-1

**Tabel 4-1**  
**Spesifikasi Saluran**

Jenis Konduktor	Penampang nominal (mm <sup>2</sup> )	Impedansi saluran ( $\Omega$ /km)
AAAC	150	0.2162 + j 0.3305
AAAC	120	0.2688 + j 0.3376
AAAC	70	0.4608 + j 0.3572
AAAC	50	0.6452 + j 0.3678
AAAC	35	0.9217 + j 0.3790

Dengan mengacu pada gambar 4-1 *single line diagram* penyulang Pujon, perhitungan saluran yang diperoleh dari data hasil Perhitungan panjang saluran pada Tabel Lampiran A-1.1

Dari data spesifikasi saluran pada penyulang pujon diketahui bahwa jenis konduktor yang digunakan adalah AAAC (*all-aluminium-alloy conductors*) dengan penampang nominal 150 mm<sup>2</sup> dan impedansi saluran 0.2162 + j0.3305  $\Omega$ /km.

Untuk perhitungan Impedansi saluran diberikan contoh pada *node* 1 ke 2 sebagai berikut:

Jarak antara node dari 1 ke 2 dengan panjang = 580.3 m = 0.5803 km

$$R = 0.5803 \text{ km} \times 0.2162 \text{ } \Omega/\text{km} = 0.1255 \text{ } \Omega$$

$$X = 0.5803 \text{ km} \times 0.3305 \text{ } \Omega/\text{km} = 0.1918 \text{ } \Omega$$

Selanjutnya untuk contoh perhitungan Impedansi Saluran dalam *per-unit* (*pu*) pada *node* 1 ke 2 sebagai berikut:

**Ditentukan :**

$$V_{\text{dasar}} = 20 \text{ kV}$$

$$P_{\text{dasar}} = 30 \text{ MVA}$$

**Untuk mencari Z (impedansi) dasar :**

$$Z = \frac{V_{\text{dasar}}^2}{P_{\text{dasar}}} = \frac{(\text{KV})^2}{\text{MVA}}$$

$$Z_{\text{dasar}} = \frac{20^2}{30} = 13,33 \text{ pu}$$

**Untuk merubah impedansi dalam *per-unit* (*pu*)**

Dari hasil perhitungan impedansi saluran diatas, pada *node* 1 ke *node* 2 diketahui nilai :

$$R = 0,1255 \Omega$$

$$X = 0,1918 \Omega$$

Untuk merubah  $Z_{1,2}$  (impedansi pada nomor saluran 1) dalam *pu*

$$Z_{1,2} = \frac{0,1255 + j0,1918}{13,33} = 0,00941 + j0,0143 \text{ pu}$$

Dengan cara yang sama seperti pada contoh diatas maka diperoleh hasil seperti pada tabel 4-2.

**Tabel 4-2**  
**Data Hasil Perhitungan Saluran Penyulang Pujon**

No Saluran	Node		Panjang (m)	Impedansi Saluran			
	Dari	Ke		R ( $\Omega$ )	X ( $\Omega$ )	R (pu)	X (pu)
1	1	2	580.3	0.1255	0.1918	0.0094	0.0144
2	2	3	1432.6	0.3097	0.4735	0.0232	0.0355
3	3	4	863.9	0.1868	0.2855	0.0140	0.0214
4	4	5	85.4	0.0185	0.0282	0.0014	0.0021
5	4	6	683.3	0.1477	0.2258	0.0111	0.0169
6	6	7	2082.8	0.4503	0.6884	0.0338	0.0516
7	7	8	154.4	0.0334	0.051	0.0025	0.0038
8	8	9	414.5	0.0896	0.137	0.0067	0.0103
9	9	10	896.5	0.1938	0.2963	0.0145	0.0222
10	10	11	463.5	0.1002	0.1532	0.0075	0.0115
11	11	12	452	0.0977	0.1494	0.0073	0.0112
12	12	13	1424.5	0.308	0.4708	0.0231	0.0353
13	12	14	1233	0.2666	0.4075	0.0200	0.0306
14	7	15	1244.8	0.2691	0.4114	0.0202	0.0309
15	15	16	90.5	0.0196	0.0299	0.0015	0.0022
16	16	17	20.4	0.0044	0.0067	0.0003	0.0005
17	15	18	338	0.0731	0.1117	0.0055	0.0084
18	18	19	182.2	0.049	0.0615	0.0037	0.0046
19	18	20	402.8	0.1083	0.136	0.0081	0.0102
20	18	21	304.3	0.0658	0.1006	0.0049	0.0075

Tabel 4-2 Selanjutnya untuk No saluran 20-100 Dapat dilihat pada Lampiran A-1

#### 4.4. Pembebanan Sistem 20 kV Penyulang Pujon

Pembebanan diperoleh dengan mengambil data dari masing-masing trafo distribusi, dimana besarnya beban pada masing-masing fasa diasumsikan seimbang. Jika besarnya pembebanan adalah nol, maka pada node tidak terdapat trafo distribusi tetapi hanya merupakan simpul. Pada tahap ini rugi-rugi yang terjadi pada trafo distribusi diabaikan, dengan mengasumsi factor daya 0,86. Dibawah ini diberikan contoh perhitungan pembebanan pada *Node 2*. Dengan melihat gambar 4-4 dan mengambil data dari masing-masing trafo pada lampiran A-2

Kapasitas Trafo	= 150 kVA
Beban Gardu	= 35%
Factor Daya	= $\text{Cos } \varphi = 0,86$ $\text{Sin } \varphi = 0,5102$
Pembebanan	= $150 \times 35\% = 52 \text{ kVA}$
Beban Aktif ( $P_2$ )	= $52 \times \text{Cos } \varphi = 52 \times 0,86 = 44,7200 \text{ kW}$
Beban Reaktif ( $Q_2$ )	= $52 \times \text{Sin } \varphi = 52 \times 0,5102 = 26,5304 \text{ kVAR}$

Dan selanjutnya perhitungan untuk merubah P (beban aktif) dan Q (beban reaktif) kedalam bentuk *per-unit (pu)*

Dari hasil perhitungan pembebanan diatas, pada *node 2* diketahui nilai :

$$P_2 = 44,72 \text{ kW} \quad Q_2 = 26,83 \text{ kV}$$

Untuk merubah beban aktif (P) dan beban reaktif (Q) dalam pu

$$P = \frac{P \text{ (kW)}}{P_{\text{dasar}}} \quad Q = \frac{Q \text{ (kVAR)}}{P_{\text{dasar}}}$$

Maka :

$$P_2 = \frac{44,72}{30} = 1,490 \text{ pu} \quad Q_2 = \frac{26,53}{30} = 0,884 \text{ pu}$$

Untuk *node 3* sampai dengan 20 terlihat seperti pada tabel 4-3 dibawah ini

Tabel 4-3

## Data Hasil Perhitungan Pembebanan Sistem 20kV Penyulang Pujon

No Node	Kode Trafo	Lokasi	Pembebanan					Type Node
			S (kVA)	P (kW)	Q (kVAR)	P (pu)	Q (pu)	
1	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Slack
2	T55	Jl Raya Ngandat	52	44.720	26.530	1.491	0.884	Load
3	T43	Jl Raya Mojorejo	70	60.200	35.714	2.007	1.190	Load
4	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
5	T67	Dk Beji	43	36.980	21.939	1.233	0.731	Load
6	T38	Jl Raya Beji	32	27.520	16.326	0.917	0.544	Load
7	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
8	T72	Emanuel temas	63	54.180	32.143	1.806	1.071	Load
9	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
10	T97	Ds Temas Klerek	142	122.120	72.448	4.071	2.415	Load
11	T95	Ds Torong Rejo	93	79.980	47.449	2.666	1.582	Load
12	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
13	T96	Ds Torong Rejo tutup	80	68.800	40.816	2.293	1.361	Load
14	T156	Ds wukir	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
15	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
16	T31	Jl Sudiro	38	32.680	19.388	1.089	0.646	Load
17	T126	Jl Sudiro	138	118.680	70.408	3.956	2.347	Load
18	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
19	T105	R.s Paru-paru	73	62.780	37.245	2.093	1.241	Load
20	T189	Jl Kasiman	78	67.080	39.796	2.236	1.327	Load

Tabel 4-3 Selanjutnya untuk No Node 21-101 Dapat dilihat pada Lampiran A-1

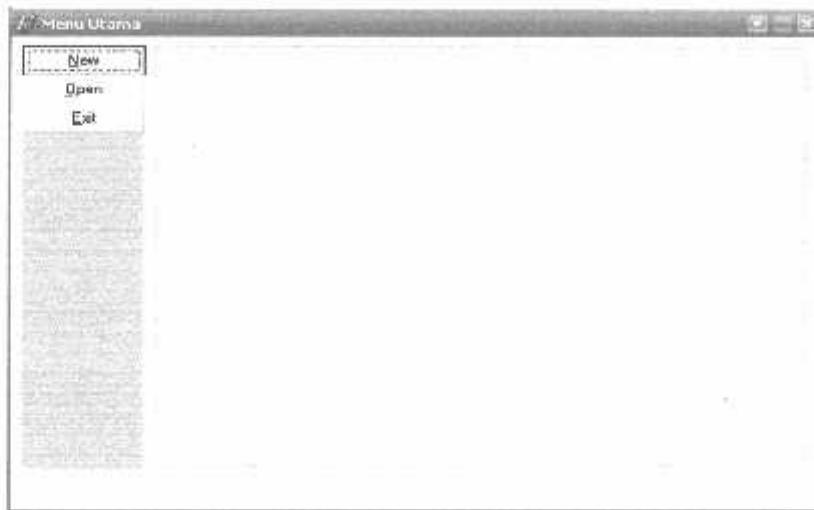
#### 4.5. Data Kapasitas Kapasitor dan Harga (Cost/ kVAR).

Pada analisa menentukan nilai biaya, nilai kapasitas kapasitor dan harga sudah ditentukan dalam \$ /kVAR. Data yang tersedia oleh *supplier* untuk *feeder* distribusi yaitu dengan ukuran (*size*) 30 kVAR/Unit dan harga kapasitor yang tersedia 400\$/Bank.<sup>[7]</sup>

#### 4.6. Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan

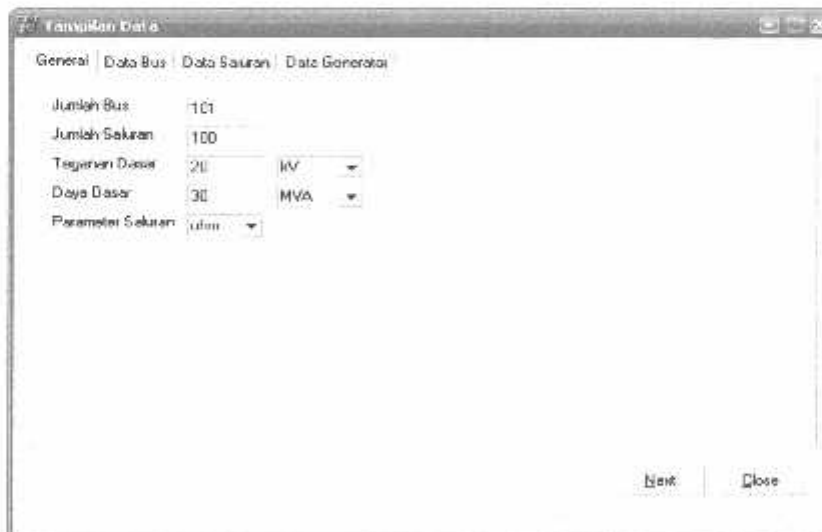
Prosedur menjalankan program perhitungan dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 dapat dilakukan sebagai berikut :

##### 1. Tampilan Utama Program



**Gambar 4.2.** Tampilan Utama Program

2. Tekan tombol *New* untuk memasukkan data baru atau tekan *Open* untuk data yang tersimpan



**Gambar 4.3.** Tampilan Inputan Data (General)

Tampilan Data

General Data Bus Data Sekoran Data Generator

Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (kW)	Qg (KVAR)	PI (kW)	QI (KVAR)	Cap (ohm)	Type Bus
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	44.72	26.53	0	3
3	0	0	0	0	60.2	35.714	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	0	0	0	36.98	21.939	0	3
6	0	0	0	0	27.52	16.326	0	3
7	0	0	0	0	0	0	0	3
8	0	0	0	0	54.18	32.143	0	3
9	0	0	0	0	0	0	0	3
10	0	0	0	0	122.12	72.440	0	3
11	0	0	0	0	70.00	42.440	0	3
12	0	0	0	0	0	0	0	3
13	0	0	0	0	56.6	40.816	0	3
14	0	0	0	0	0	0	0	3

Next Close

Gambar 4.4. Tampilan Inputan Data (Data Pembebanan)

Tampilan Data

General Data Bus Data Saluran Data Generator

No	Dari	Ke	R (ohm)	X (ohm)	Lc (ohm)	Tr	Tu	Su (deg)	Kap (KVA)
1	1	2	0.1295	0.1918	0	0	0	0	10000
2	2	3	0.3097	0.4735	0	0	0	0	10000
3	3	4	0.1860	0.2855	0	0	0	0	10000
4	4	5	0.0185	0.0282	0	0	0	0	10000
5	4	6	0.1477	0.2258	0	0	0	0	10000
6	6	7	0.4500	0.6604	0	0	0	0	10000
7	7	8	0.0334	0.051	0	0	0	0	10000
8	8	9	0.0896	0.137	0	0	0	0	10000
9	9	10	0.1938	0.2963	0	0	0	0	-10000
10	10	11	0.1082	0.1632	0	0	0	0	-10000
11	11	12	0.0977	0.1494	0	0	0	0	-10000
12	12	13	0.308	0.4708	0	0	0	0	-10000
13	12	14	0.2668	0.4075	0	0	0	0	-10000
14	1	14	0.7620	1.1314	0	0	0	0	-10000

Next Close

Gambar 4.5. Tampilan Inputan Data (Data Saluran)



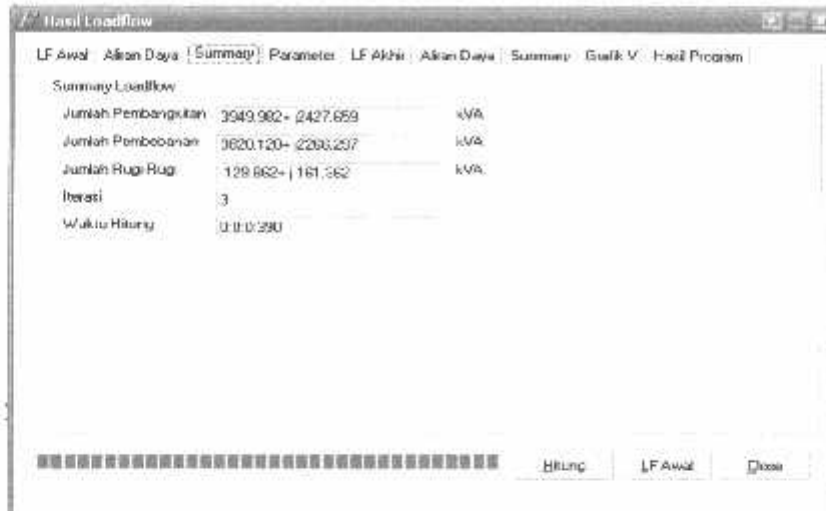
3. Tekan Tombol *Next* kemudian tekan tombol **LF Awal** untuk melihat hasil perhitungan aliran daya *Newton Raphson* sebelum kompensasi.

Bus	absV (pu)	angV (deg)	P <sub>0</sub> (kW)	Q <sub>0</sub> (kVAR)	PL (kW)	QL (kVAR)	Vdrop (pu)	Type Bus
1	1.00000	0.00000	3943.982	2427.659	0.000	0.000	0.000	1
2	0.99760	0.06503	0.000	0.000	44.720	26.530	0.000	3
3	0.99174	0.22609	0.000	0.000	60.200	35.714	0.000	3
4	0.98626	-0.32095	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
5	0.98626	0.32104	0.000	0.000	36.980	21.939	0.000	3
6	0.98554	-0.30050	0.000	0.000	27.520	16.326	0.000	3
7	0.97732	-0.62770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
8	0.97295	-0.62962	0.000	0.000	54.180	32.143	0.000	3
9	0.97710	-0.63411	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
10	0.97604	-0.64140	0.000	0.000	122.120	72.448	0.000	3
11	0.97677	-0.64357	0.000	0.000	79.980	47.449	0.000	3
12	0.97674	-0.64452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
13	0.97663	-0.64750	0.000	0.000	69.900	40.915	0.000	3
14	0.97674	-0.64452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
15	0.97295	-0.75206	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3

**Gambar 4.6.** Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Mengetahui Harga Tegangan Dan Sudut Fasa Tiap-tiap Bus Sebelum Kompensasi

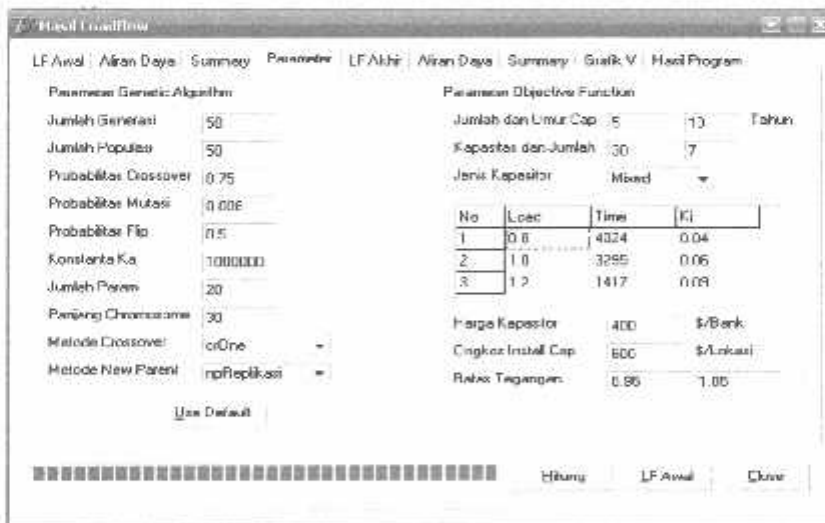
No	Diri	Kir	P (kW)	Q (kVAR)	Arus (A)	Ang (deg)	Diri	Kir	P (kW)	Q
1	1	2	3943.982	2427.659	197.489	121.383	2	1	3943.238	-2
2	2	3	3898.518	2390.322	195.259	120.051	3	2	3882.247	2
3	3	4	3822.047	2330.231	192.291	118.238	4	3	3812.032	-2
4	4	5	36.980	21.939	1.865	1.126	5	4	36.980	-
5	4	6	3775.552	2293.750	190.367	117.119	6	4	3760.174	-2
6	6	7	3740.654	2266.144	189.975	116.290	7	6	3718.484	2
7	7	8	411.223	244.078	29.800	12.717	8	7	411.204	2
8	8	9	357.924	211.905	19.146	11.042	9	8	355.863	-2
9	9	10	270.965	160.012	13.774	8.362	10	9	270.915	-1
10	10	11	148.795	88.297	7.965	4.804	11	10	148.787	+
11	11	12	68.807	40.828	3.488	2.129	12	11	68.805	-
12	12	13	60.005	40.034	3.480	2.120	13	12	60.000	-
13	12	14	0.000	0.000	-0.000	0.000	14	12	0.000	-
14	7	15	3307.261	1988.174	188.076	103.963	15	7	3295.773	1

**Gambar 4.7.** Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Arus yang Mengalir pada Saluran dan Daya tiap Saluran Sebelum Kompensasi



**Gambar 4.8.** Tampilan Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi

4. Kemudian tekan tombol **Parameter** dan **Use Default** untuk melihat parameter dari *Interactive Trade-Off* dan parameter *Objective Function* yang digunakan.



**Gambar 4.9.** Tampilan Parameter Yang Digunakan

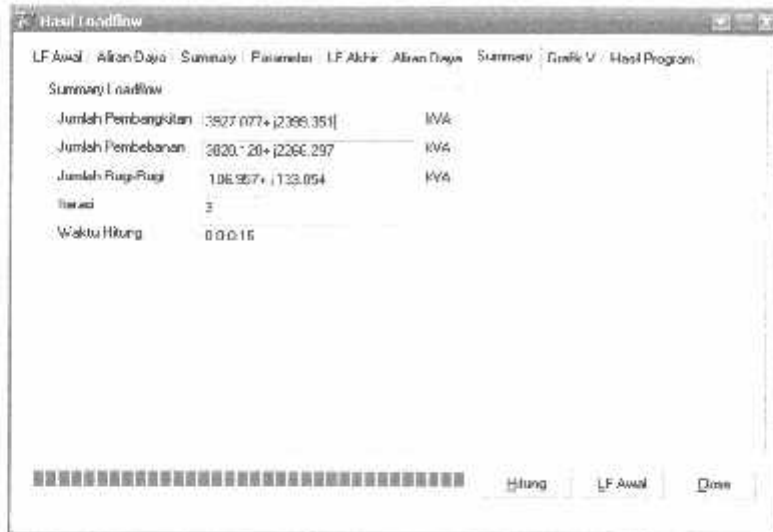
4. Kemudian pilih tombol **Hitung** untuk memperoleh hasil perhitungan Aliran Daya dengan *Metode Newton Raphson* setelah kompensasi.

Bus	MagV (pu)	LoadV (kvar)	P0 (KW)	Q0 (KVAR)	PL (KW)	QL (KVAR)	Substansi	Type Bus
1	1.00000	0.00000	3927.077	1649.351	0.000	0.000	0.000	1
2	0.99796	-0.07640	0.000	0.000	64.720	26.530	0.000	3
3	0.99306	-0.27145	0.000	0.000	60.200	35.714	0.000	3
4	0.99015	-0.38723	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	3
5	0.99015	-0.38732	0.000	0.000	36.980	21.935	0.000	3
6	0.98789	-0.47853	0.000	0.000	27.520	16.326	0.000	3
7	0.98106	-0.76777	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
8	0.98000	-0.75060	0.000	0.000	54.180	32.143	0.000	3
9	0.98082	-0.76414	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
10	0.98057	-0.77145	0.000	0.000	122.120	72.448	0.000	3
11	0.98050	-0.77353	0.000	0.000	79.980	47.449	0.000	3
12	0.98040	-0.77447	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
13	0.98036	-0.77742	0.000	0.000	68.000	40.010	0.000	3
14	0.98046	-0.77447	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
15	0.97751	-0.91096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3

**Gambar 4.10.** Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Mengetahui Harga Tegangan Dan Sudut Fasa Tiap-tiap Bus Setelah Kompensasi

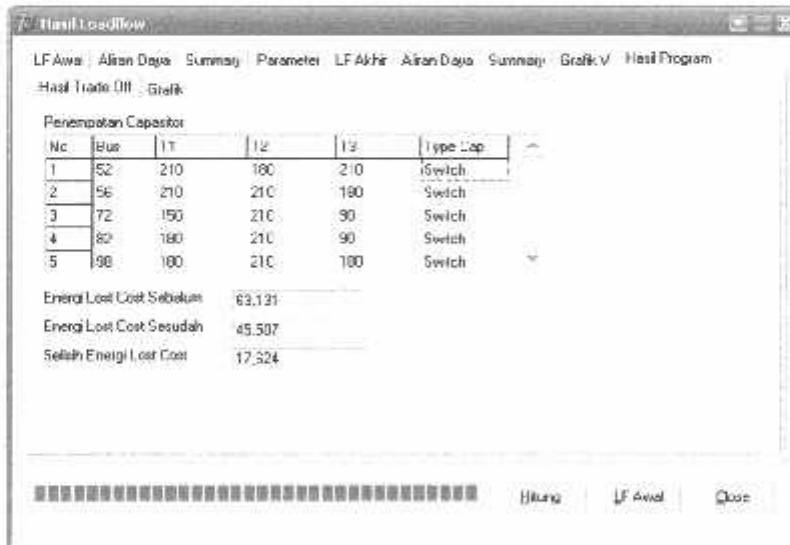
No	Dari	Ke	P (KW)	Q (KVAR)	Arus re (A)	Arus im (A)	Dari	Ke	P (KW)	Q
1	1	2	3927.077	1649.351	130.354	62.483	2	1	-3921.365	-1
2	2	3	3676.665	1614.122	134.115	61.135	3	2	-3862.956	-1
3	3	4	3602.756	1557.448	131.093	59.323	4	3	-3794.760	-1
4	4	5	36.980	21.935	1.860	1.120	5	4	-36.980	-1
5	4	6	3757.790	1522.288	139.232	78.202	6	4	-3751.597	-1
6	6	7	3724.067	1497.495	137.647	77.364	7	6	-3705.400	-1
7	7	8	411.222	244.077	20.792	12.715	8	7	-411.203	-2
8	8	9	387.023	217.903	18.062	11.341	9	8	-386.962	-2
9	9	10	270.965	150.012	13.703	8.001	10	9	-270.915	-1
10	10	11	148.795	89.267	7.526	4.604	11	10	-148.787	-2
11	11	12	68.007	40.824	3.480	2.129	12	11	-68.005	-1
12	12	13	68.005	40.824	3.480	2.129	13	12	-68.000	-1
13	13	14	0.000	0.000	0.000	0.000	14	13	-0.000	-1
14	7	15	3294.261	1225.007	167.055	64.949	15	7	-3295.620	-1

**Gambar 4.11.** Tampilan Hasil Aliran Daya Untuk Arus yang Mengalir pada Saluran dan Daya tiap Saluran Setelah Kompensasi



**Gambar 4.12.** Tampilan Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Setelah Kompensasi

- Kemudian pilih tombol **Hasil Program** untuk mengetahui hasil penempatan kapasitor pada saluran.



**Gambar 4.13.** Hasil Penempatan Metode *Interactive- Trade-Off*

- Slack bus = 1
- Load bus = 101
- Jumlah saluran = 100

Setelah dilakukan analisis aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson* maka diperoleh profil tegangan tiap-tiap bus, dan Tabel Aliran daya tiap saluran seperti pada table 4-4 sampai tabel 4-5.

**Tabel 4-4.**  
**Profil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon Sebelum Kompensasi**

Bus	Tegangan abs (pu)	Sudut Fasa (rad)
1	1.00000	0.00000
2	0.99760	-0.06503
3	0.99174	-0.22509
4	0.98826	-0.32095
5	0.98826	-0.32104
6	0.98554	-0.39650
7	0.97732	-0.62770
8	0.97725	-0.62962
9	0.97710	-0.63441
10	0.97684	-0.64148

Tabel 4-4 Selanjutnya untuk Bus 10-101 Dapat dilihat pada Lampiran A-1

**Tabel 4-5**  
**Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon Sebelum Kompensasi**

Saluran		P (kW)	Q (kVAR)	Saluran		P (kW)	Q (kVAR)
Dari	Ke			Dari	Ke		
1	2	3949.982	2427.659	2	1	-3943.238	-2417.352
2	3	3898.518	2390.822	3	2	-3882.247	-2365.945
3	4	3822.047	2330.231	4	3	-3812.532	-2315.690
4	5	36.980	21.939	5	4	-36.980	-21.939
4	6	3775.552	2293.750	6	4	-3768.174	-2282.470
6	7	3740.654	2266.144	7	6	-3718.484	-2232.252
7	8	411.223	244.078	8	7	-411.204	-244.048
8	9	357.024	211.905	9	8	-356.983	-211.843
9	10	270.965	160.812	10	9	-270.915	-160.735
10	11	148.795	88.287	11	10	-148.787	-88.275

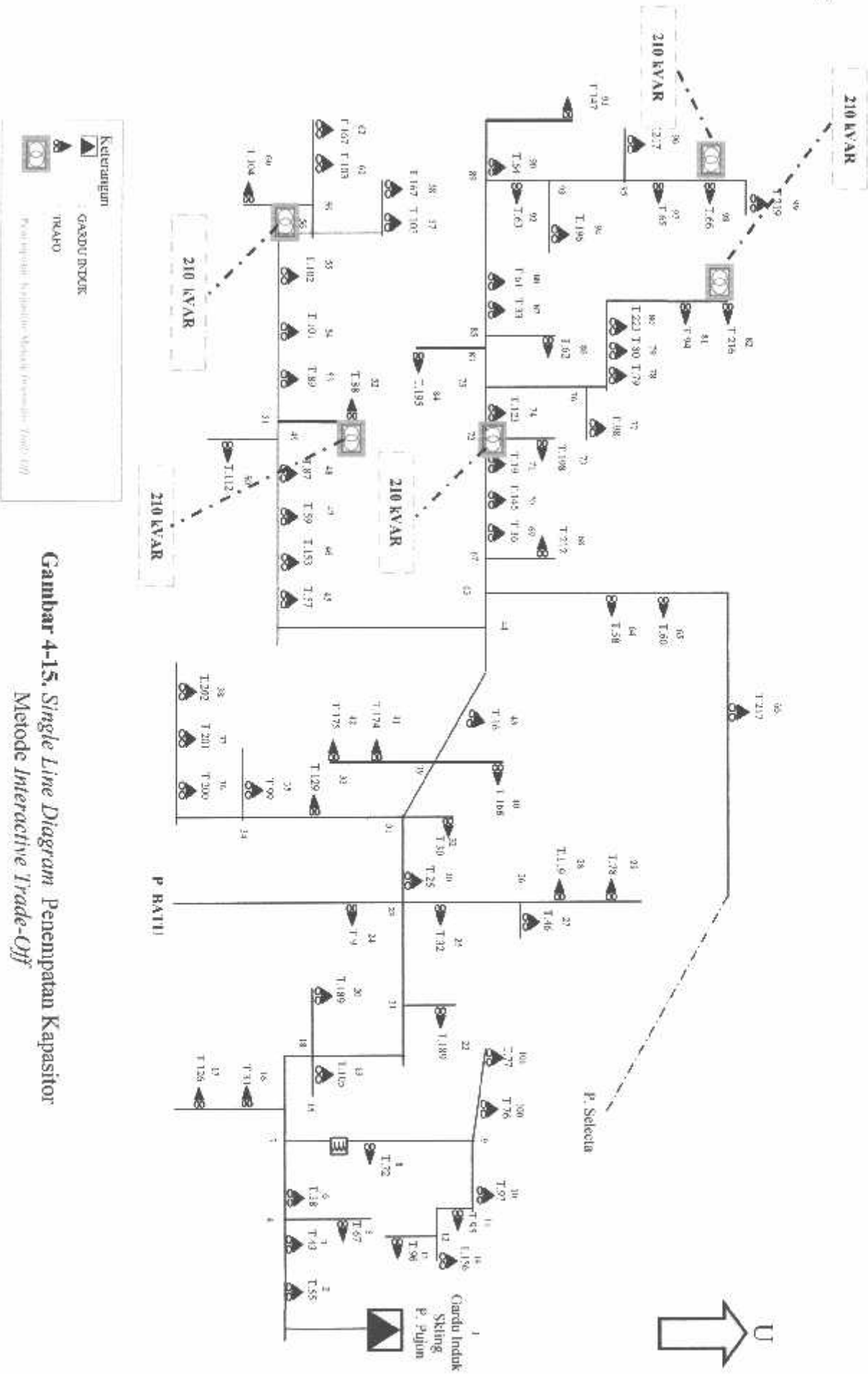
Tabel 4-5 Selanjutnya Dapat dilihat pada Lampiran A-1

Dari hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa penyulang Pujon perlu dipasang kapasitor untuk menaikkan profil tegangan yang dianggap kritis yang beroperasi diluar batas yang diijinkan oleh PLN (0.95% - 1.05%) yang terjadi pada bus 70-99. Mengurangi rugi-rugi saluran, dan untuk mengurangi biaya Operasional seminim mungkin. Seperti terlihat pada gambar 4-14 tampilan hasil perhitungan dengan metode kombinasi *Interactive- Trade-Off*.

Hasil Loadflow						
LF Awal   Aliran Daya   Summary   Parameter   LF Akhir   Aliran Daya   Summary   Grafik V   Hasil Program						
Hasil Trade Off   Grafik						
Pencapaian Capacitor						
No	Bus	11	12	13	Type Cap	
1	52	210	100	210	Switch	
2	56	210	210	180	Switch	
3	72	150	210	80	Switch	
4	82	100	210	90	Switch	
5	98	180	210	180	Switch	
Energi Lost Cost Sebelum		63,137				
Energi Lost Cost Sesudah		45,507				
Selisih Energi Lost Cost		17,624				

Gambar 4-14. Hasil Program Pencapaian Metode *Interactive- Trade-Off*

Dari gambar 4.14 diatas dapat dilihat bahwa kapasitor dipasang pada bus 52 dengan kapasitas 210 kVAR tipe Switch, bus 56 dengan kapasitas 210 kVAR tipe Switch, bus 72 dengan kapasitas 210 kVAR tipe Switch, bus 82 dengan kapasitas 210 kVAR tipe Switch dan bus 98 dengan kapasitas 210 kVAR tipe Switch seperti yang terlihat pada gambar 4.15 *single line Diagram* penempatan Kapasitor Metode *Interactive Trade-Off*. Dimana besar biaya yang dikeluarkan adalah sebesar 45.507 US \$ atau sebesar Rp. 423.215.100,- (dengan asumsi 1 US \$ adalah Rp. 9.300,-).



Gambar 4-15. Single Line Diagram Penempatan Kapasitor Metode Interactive Trade-Off

Setelah dilakukan pemasangan kapasitor diperoleh perbaikan profil tegangan, penurunan batas pembebanan saluran serta pengurangan Aliran daya tiap Saluran . Data dapat dilihat pada tabel 4-6 sampai tabel 4-7.

**Tabel 4-6.**  
**Profil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon**  
**Setelah Kompensasi**

Bus	Tegangan Abs (pu)	Sudut Fasa (Rad)
1	1.00000	0.00000
2	0.99798	-0.07840
3	0.99306	-0.27145
4	0.99016	-0.38723
5	0.99015	-0.38732
6	0.98789	-0.47853
7	0.98105	-0.75777
8	0.98098	-0.75968
9	0.98082	-0.76414
10	0.98057	-0.77145

Tabel 4-6 Selanjutnya untuk Bus 10-101 Dapat dilihat pada Lampiran A-1

**Tabel 4-7**  
**Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon**  
**Setelah Kompensasi**

Saluran		P (kW)	Q (kVAR)	Saluran		P (kW)	Q (kVAR)
Dari	Ke			Dari	Ke		
1	2	3927.077	1649.351	2	1	-3921.385	-1640.652
2	3	3876.665	1614.122	3	2	-3862.956	-1593.163
3	4	3802.756	1557.449	4	3	-3794.760	-1545.227
4	5	36.980	21.939	5	4	-36.980	-21.939
4	6	3757.780	1523.288	6	4	-3751.587	-1513.821
6	7	3724.067	1497.495	7	6	-3705.483	-1469.084
7	8	411.222	244.077	8	7	-411.203	-244.046
8	9	357.023	211.903	9	8	-356.982	-211.842
9	10	270.965	160.812	10	9	-270.915	-160.735
10	11	148.795	88.287	11	10	-148.787	-88.275

Tabel 4-7 Selanjutnya Dapat dilihat pada Lampiran A-1

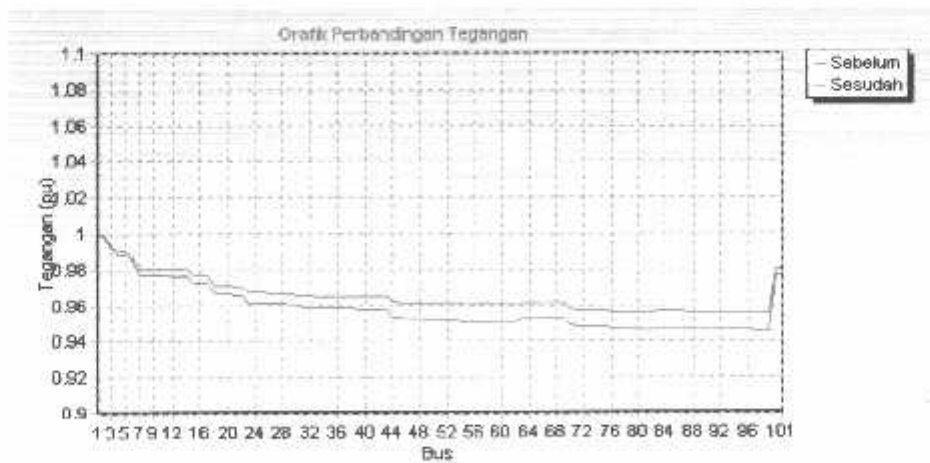


Setelah ditentukan penempatan kapasitor pada jaringan 20 kV Sistem Distribusi Radial Penyulang Pujon Gardu Induk Sengkaling dengan menggunakan metode *Interactive-Trade-Off*, maka didapatkan beberapa hasil pada tabel 4-8:

**Tabel 4-8**  
**Hasil Program Metode *Interactive-Trade-Off***

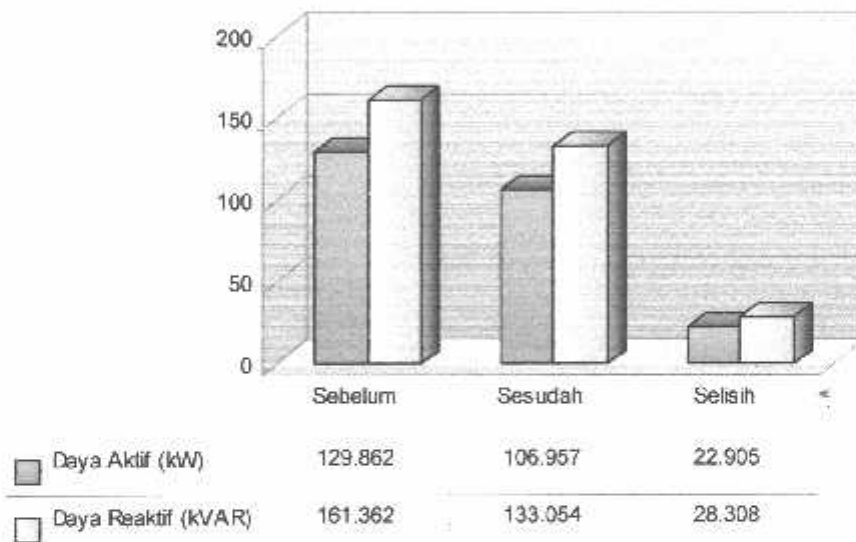
No	Lokasi, kapasitas, dan setting kapasitor yang akan dipasang	Sebelum	Setelah				
			Bus	Kapasitas (kVAR)	Setting		
					L	M	H
1			52	210	210	180	210
			56	210	210	210	180
			72	210	150	210	90
			82	210	180	210	90
			98	210	180	210	180
2	Tegangan Terendah Pada Bus 99 (pu)	0.94572	0.95590				
3	Rugi Daya: Aktif (kW)	129.862	106.957				
	Pengurangan (%)		17.73				
	Reaktif (kVAR)	161.362	133.054				
4	Pengurangan (%)		17.54				
	Total Biaya (Rp/Tahun)	587.118.300	423.215.100				
	Selisih (Rp/Tahun)		163.903.200				
	Penghematan (%)		27.92				

**Grafik 4-1.** Tegangan Tiap-Tiap Bus Terhadap Asumsi Tegangan Awal, Tegangan Sebelum dan Setelah Kompensasi.



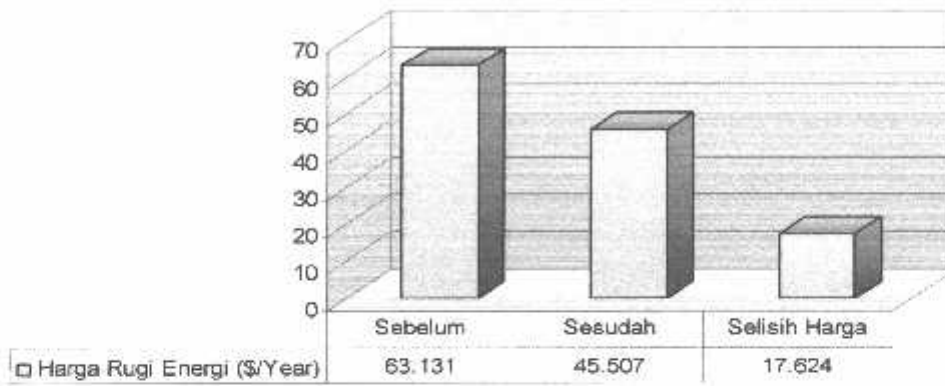
Dari grafik 4-1 terlihat bahwa tegangan terendah terjadi pada bus 99 sebesar 0.94572 pu dan setelah kompensasi naik menjadi 0.95590 pu. Batas tegangan yang diijinkan oleh PLN adalah sebesar 0.95 pu sampai 1.05 pu. Sedangkan rugi-rugi daya sebelum dan setelah kompensasi dapat ditunjukkan seperti pada grafik 4-2

**Grafik 4-2. Rugi-Rugi Saluran Sebelum dan Setelah Kompensasi**



Dari grafik 4-2 terlihat bahwa penurunan rugi daya aktif adalah 22.905 kW dari 129.862 kW menjadi 106.957 kW sehingga terjadi penurunan sebesar 17.73 %, Sedangkan untuk daya reaktif juga terjadi penurunan sebesar 28.308 kVAR dari 161.362 kVAR menjadi 133.054 kVAR sehingga terjadi penurunan sebesar 17.54 %.

**Grafik 4-3.** Harga Rugi Energi Sebelum dan Sesudah Kompensasi



Dari grafik 4-3 diatas dapat lihat bahwa biaya yang dikeluarkan sebelum kompensasi sebesar 63.131 \$/Tahun atau sebesar Rp. 587.118.300,-/Tahun dan besar biaya yang dikeluarkan setelah kompensasi adalah sebesar 45.507 US \$ atau sebesar Rp. 423.215.100,-/Tahun sehingga diperoleh nilai penghematan sebesar 27.92 % atau sebesar Rp.163.903.200,-/Tahun (dengan asumsi 1 US \$ adalah Rp. 9.300,-).

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis mengenai penentuan lokasi, kapasitas, dan setting kapasitor yang optimal pada sistem distribusi 20 kV dengan menggunakan metode *Interactive Trade-Off* dari uji coba program, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode ini letak kapasitor yang optimal terletak pada bus 52 dengan kapasitas 210 kVAR dengan setting 210 kVAR pada level beban Rendah, 180 kVAR pada level beban Normal, dan 210 kVAR pada level beban Tinggi. Bus 56 dengan kapasitas 210 kVAR dengan setting 210 kVAR pada level beban Rendah, 210 kVAR pada level beban Normal, dan 180 kVAR pada level beban Tinggi. Bus 72 dengan kapasitas 210 kVAR dengan setting 150 kVAR pada level beban Rendah, 210 kVAR pada level Normal, dan 90 kVAR pada level beban Tinggi. Bus 82 dengan kapasitas 210 kVAR dengan setting 180 kVAR pada level beban Rendah, 210 kVAR pada level Normal, dan 90 kVAR pada level beban Tinggi. Dan pada bus 98 dengan kapasitas 210 kVAR dengan setting 180 kVAR pada level beban Rendah, 210 kVAR pada level Normal, dan 180 kVAR pada level beban Tinggi.

2. Dari hasil perhitungan aliran daya sebelum kompensasi dengan metode *Newton Raphson* pada penyulang Pujon, tegangan yang beroperasi diluar batas yang diijinkan (0,95% - 1,05%), tidak terjadi pada semua bus. Tegangan terendah saluran yang terjadi sebesar 0,94572 pu atau sebesar 18.9144 kV pada bus 99 dan setelah kompensasi diperbaiki menjadi 0,95590 pu atau sebesar 19.118 kV.
  3. Besarnya penurunan rugi-rugi daya setelah kompensasi dengan metode *Interactive Trade-Off* : rugi daya aktif sebesar 17,73 % dari 129.862 kW menjadi 106.957 kW , dan daya reaktif sebesar 17,54 % dari 161.362 kVAR menjadi 133.054 kVAR.
  4. Nilai penghematan yang diperoleh setelah kompensasi dengan metode *Interactive Trade-Off* sebesar Rp. 163.903.200/Tahun atau sebesar 27,92%, dimana biaya sebelum pemasangan sebesar 63.131US \$/Tahun atau sebesar Rp. 587.118.300,-/Tahun, dan total biaya setelah pemasangan sebesar 45.507 US \$/Tahun atau sebesar Rp.423.215.100,-/Tahun (dengan asumsi 1 US \$/ adalah Rp. 9300,-).
-

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hasan Basri, "**Sistem Distribusi Tenaga Listrik**".
  - [2]. Djiteng Marsudi, 1990, "**Operasi sistem tenaga Listrik**", Balai Penerbit Dan Humas ISTN.
  - [3]. Turan Gonen, "**Electric Power Distribution System Engineering**," Mc Graw Hill, 1986.
  - [4]. William D Stevenson, Jr. "**Analisa Sistem Tenaga Listrik**". Edisi ke empat, Erlangga, Jakarta, 1993.
  - [5]. **AS.Pabla Punjab State Electricity Board Chandigarh**, Ir. Abdul Hadi "**Sistem Distribusi Daya Listrik**" Penerbit Erlangga 1986.
  - [6]. Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "**Genetic Algorithm And Engineering Design**", (John Wiley & Son, Inc., 1994 ) p-7
  - [7]. Y.-T.Hsiao and C.-Y.Chien, "**OTIMISATION OF CAPACITOR ALLOCATION USING an INTERACTIVE TRADE-OFF METHOD**", IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib., Vol. 148, No. 4, July 2001.
-

---

# LAMPIRAN

 LAMPIRAN A-1

 LAMPIRAN A-2

 LAMPIRAN A-3

 LAMPIRAN A-4

 LAMPIRAN A-5

 UCAPAN  
TERIMA KASIH

 BIODATA  
PENULIS

---



## LAMPIRAN A-1

- Ⓢ **Tabel A-1.1** **Data Hasil Perhitungan Panjang Saluran Penyulang Pujon**
  - Ⓢ **Tabel 4-2** **Data Hasil Perhitungan Saluran Penyulang Pujon**
  - Ⓢ **Tabel 4-3** **Data Hasil Perhitungan Pembebanan Sistem 20kV  
Penyulang Pujon**
  - Ⓢ **Tabel 4-4** **Profil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon  
Sebelum Kompensasi**
  - Ⓢ **Tabel 4-5** **Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon Sebelum  
Kompensasi**
  - Ⓢ **Tabel 4-6** **Profil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon  
Setelah Kompensasi**
  - Ⓢ **Tabel 4-7** **Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon Setelah  
Kompensasi**
-

**Tabel 4-2**  
**Data Hasil Perhitungan Saluran Penyulang Pujon**

No Saluran	Node		Panjang (m)	Impedansi Saluran			
	Dari	Ke		R ( $\Omega$ )	X ( $\Omega$ )	R (pu)	X (pu)
1	1	2	580.3	0.1255	0.1918	0.0094	0.0144
2	2	3	1432.6	0.3097	0.4735	0.0232	0.0355
3	3	4	863.9	0.1868	0.2855	0.0140	0.0214
4	4	5	85.4	0.0185	0.0282	0.0014	0.0021
5	4	6	683.3	0.1477	0.2258	0.0111	0.0169
6	6	7	2082.8	0.4503	0.6884	0.0338	0.0516
7	7	8	154.4	0.0334	0.051	0.0025	0.0038
8	8	9	414.5	0.0896	0.137	0.0067	0.0103
9	9	10	896.5	0.1938	0.2963	0.0145	0.0222
10	10	11	463.5	0.1002	0.1532	0.0075	0.0115
11	11	12	452	0.0977	0.1494	0.0073	0.0112
12	12	13	1424.5	0.308	0.4708	0.0231	0.0353
13	12	14	1233	0.2666	0.4075	0.0200	0.0306
14	7	15	1244.8	0.2691	0.4114	0.0202	0.0309
15	15	16	90.5	0.0196	0.0299	0.0015	0.0022
16	16	17	20.4	0.0044	0.0067	0.0003	0.0005
17	15	18	338	0.0731	0.1117	0.0055	0.0084
18	18	19	182.2	0.049	0.0615	0.0037	0.0046
19	18	20	402.8	0.1083	0.136	0.0081	0.0102
20	18	21	304.3	0.0658	0.1006	0.0049	0.0075
21	21	22	293.7	0.079	0.0992	0.0059	0.0074
22	21	23	1257.4	0.2719	0.4156	0.0204	0.0312
23	23	24	406.5	0.0879	0.1344	0.0066	0.0101
24	23	25	154.2	0.0995	0.0567	0.0075	0.0043
25	23	26	627.4	0.5783	0.2378	0.0434	0.0178
26	26	27	6.4	0.0059	0.0024	0.0004	0.0002
27	26	28	204.2	0.1882	0.0774	0.0141	0.0058
28	28	29	1145	1.0562	0.4343	0.0792	0.0326
29	23	30	868.2	0.1877	0.2869	0.0141	0.0215
30	30	31	141.2	0.0305	0.0467	0.0023	0.0035
31	31	32	848.8	0.1835	0.2805	0.0138	0.0210
32	31	33	272.5	0.1758	0.1002	0.0132	0.0075
33	33	34	1127.05	0.7272	0.4145	0.0546	0.0311
34	34	35	102.2	0.0659	0.0376	0.0049	0.0028
35	34	36	496.35	0.1073	0.164	0.0080	0.0123
36	36	37	282.5	0.0611	0.0934	0.0046	0.0070
37	37	38	294.5	0.0637	0.0973	0.0048	0.0073
38	31	39	943.3	0.039	0.3118	0.0029	0.0234
39	39	40	302.31	0.1951	0.1112	0.0146	0.0083

40	39	41	648.11	0.1185	0.1812	0.0089	0.0136
41	41	42	105.9	0.0229	0.035	0.0017	0.0026
42	39	43	40.5	0.0088	0.0134	0.0007	0.0010
43	43	44	1653.6	0.3575	0.5465	0.0268	0.0410
44	44	45	785.2	0.1698	0.2595	0.0127	0.0195
45	45	46	335	0.0726	0.111	0.0054	0.0083
46	46	47	793.2	0.1715	0.2622	0.0129	0.0197
47	47	48	571	0.1235	0.1887	0.0093	0.0142
48	48	49	365.5	0.079	0.1208	0.0059	0.0091
49	49	50	729.8	0.1578	0.2412	0.0118	0.0181
50	49	51	54.1	0.0117	0.0179	0.0009	0.0013
51	51	52	121.8	0.0263	0.0403	0.0020	0.0030
52	51	53	940.35	0.2033	0.3108	0.0153	0.0233
53	53	54	1715.3	0.7904	0.6127	0.0593	0.0460
54	54	55	1192.7	0.5496	0.426	0.0412	0.0320
55	55	56	1123.5	0.2429	0.3713	0.0182	0.0279
56	56	57	1353.3	0.2926	0.4473	0.0220	0.0336
57	57	58	1067.1	0.2307	0.3527	0.0173	0.0265
58	56	59	396.5	0.0857	0.131	0.0064	0.0098
59	59	60	296.8	0.0642	0.0981	0.0048	0.0074
60	59	61	1093.4	0.2364	0.3614	0.0177	0.0271
61	61	62	1162.6	0.2514	0.3842	0.0189	0.0288
62	44	63	497.1	0.1075	0.1643	0.0081	0.0123
63	63	64	570.4	0.1233	0.1885	0.0092	0.0141
64	64	65	907	0.1961	0.2998	0.0147	0.0225
65	65	66	1769.8	0.3826	0.5849	0.0287	0.0439
66	63	67	135.2	0.0292	0.0447	0.0022	0.0034
67	67	68	821.6	0.1776	0.2715	0.0133	0.0201
68	67	69	110.15	0.0238	0.0364	0.0018	0.0027
69	69	70	891.3	0.927	0.2946	0.0695	0.0221
70	70	71	603.2	0.1304	0.1994	0.0098	0.0150
71	71	72	27.3	0.0059	0.0009	0.0004	0.0001
72	72	73	233.1	0.0504	0.077	0.0038	0.0058
73	72	74	258.7	0.0559	0.0855	0.0042	0.0064
74	74	75	198.1	0.0428	0.0655	0.0032	0.0049
75	75	76	1538.1	0.3325	0.5083	0.0249	0.0381
76	76	77	381.43	0.0895	0.1261	0.0067	0.0095
77	76	78	472	0.1021	0.156	0.0077	0.0117
78	78	79	449.6	0.0972	0.1486	0.0073	0.0111
79	79	80	721.4	0.156	0.2384	0.0117	0.0179
80	80	81	940.5	0.2033	0.3108	0.0153	0.0233
81	81	82	1428.3	0.3088	0.4721	0.0232	0.0354
82	75	83	322.1	0.0696	0.1065	0.0052	0.0080
83	83	84	186.4	0.0403	0.0616	0.0030	0.0046

**Tabel 4-3**  
**Data Hasil Perhitungan Pembebanan Sistem 20kV Penyulang Pujon**

No Node	Kode Trafo	Lokasi	Pembebanan					Type Node
			S (kVA)	P (kW)	Q (kVAR)	P (pu)	Q (pu)	
1	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Slack
2	T55	Jl Raya Ngandat	52	44.720	26.530	1.491	0.884	Load
3	T43	Jl Raya Mojorejo	70	60.200	35.714	2.007	1.190	Load
4	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
5	T67	Dk Beji	43	36.980	21.939	1.233	0.731	Load
6	T38	Jl Raya Beji	32	27.520	16.326	0.917	0.544	Load
7	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
8	T72	Emanuel temas	63	54.180	32.143	1.806	1.071	Load
9	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
10	T97	Ds Temas Klerek	142	122.120	72.448	4.071	2.415	Load
11	T95	Ds Torong Rejo	93	79.980	47.449	2.666	1.582	Load
12	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
13	T96	Ds Torong Rejo tutup	80	68.800	40.816	2.293	1.361	Load
14	T156	Ds wukir	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
15	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
16	T31	Jl Sudiro	38	32.680	19.388	1.089	0.646	Load
17	T126	Jl Sudiro	138	118.680	70.408	3.956	2.347	Load
18	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
19	T105	R.s Paru-paru	73	62.780	37.245	2.093	1.241	Load
20	T189	Jl Kasiman	78	67.080	39.796	2.236	1.327	Load
21	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
22	T188	Jl Lesti	90	77.400	45.918	2.580	1.531	Load
23	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
24	T19	jl Hasanudin	167	143.620	85.203	4.787	2.840	Load
25	T32	Jl Indragiri	84	72.240	42.857	2.408	1.429	Load
26	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
27	T46	Ds. Sumberejo	113	97.180	57.653	3.239	1.922	Load
28	119	Ds. Sumberejo	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
29	78	Ds Satrehan	122	104.920	62.244	3.497	2.075	Load
30	25	Jl Trunojoyo	26	22.360	13.265	0.745	0.442	Load
31	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
32	30	Ds Songgoriti	39	33.540	19.898	1.118	0.663	Load
33	T129	Jl Flamboyan	110	94.600	56.122	3.153	1.871	Load
34	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
35	99	Jl Flamboyan	67	57.620	34.183	1.921	1.139	Load
36	200	Ds Tanbuh	10	8.600	5.102	0.287	0.170	Load
37	201	Ds Tanbuh	8	6.880	4.082	0.229	0.136	Load

38	202	Ds Tanbuh	2	1.720	1.020	0.057	0.034	Load
39	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
40	168	Bukit Pinus	12	10.320	6.122	0.344	0.204	Load
41	174	Jl Songgoriti	94	80.840	47.959	2.695	1.599	Load
42	175	Jl Songgoriti	16	13.760	8.163	0.459	0.272	Load
43	16	Jl Songgoriti	71	61.060	36.224	2.035	1.207	Load
44	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
45	57	Dk Sebaluh	65	55.900	33.163	1.863	1.105	Load
46	153	Dk Sebaluh	83	71.380	42.347	2.379	1.412	Load
47	59	Dk Maron	69	59.340	35.204	1.978	1.173	Load
48	87	Dk Maron	65	55.900	33.163	1.863	1.105	Load
49	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
50	112	Ds Gunung Sari	55	47.300	28.061	1.577	0.935	Load
51	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
52	88	Ds Pujon Kidul	34	29.240	17.347	0.975	0.578	Load
53	89	Ds Pujon Kidul	103	88.580	52.551	2.953	1.752	Load
54	101	Dk Biyan	33	28.380	16.837	0.946	0.561	Load
55	102	Dk Bakir	82	70.520	41.836	2.351	1.395	Load
56	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
57	103	Dk Cukal	38	32.680	19.388	1.089	0.646	Load
58	167	Dk dadapan	12	10.320	6.122	0.344	0.204	Load
59	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
60	104	Ds Cukal	45	38.700	22.959	1.290	0.765	Load
61	166	Dk Tretes	23	19.780	11.735	0.659	0.391	Load
62	167	Dk Dadapan	12	10.320	6.122	0.344	0.204	Load
63	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
64	58	Dk Pandemas	36	30.960	18.367	1.032	0.612	Load
65	60	Ds Jurang Rejo	120	103.200	61.224	3.440	2.041	Load
66	217	Ds Brau	14	12.040	7.143	0.401	0.238	Load
67	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
68	212	Dk Don Bayi	16	13.760	8.163	0.459	0.272	Load
69	36	Ds Pandesari	108	92.880	55.102	3.096	1.837	Load
70	145	Dk Watu Gong	47	40.420	23.979	1.347	0.799	Load
71	19	Jl Raya Pujon	83	71.380	42.347	2.379	1.412	Load
72	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
73	198	Pasar Baru	55	47.300	28.061	1.577	0.935	Load
74	123	Jl Raya Pujon	105	90.300	53.571	3.010	1.786	Load
75	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
76	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
77	98	Dk Kalangan	70	60.200	35.714	2.007	1.190	Load
78	79	Ds Wiyun Rejo	123	105.780	62.755	3.526	2.092	Load
79	80	Ds Madirejo	47	40.420	23.979	1.347	0.799	Load
80	223	Dk Sob0	16	13.760	8.163	0.459	0.272	Load
81	94	Dk Delik	54	46.440	27.551	1.548	0.918	Load

82	216	Dk Delik	77	66.220	39.285	2.207	1.310	Load
83	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
84	195	KOP SAE	29	24.940	14.796	0.831	0.493	Load
85	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
86	62	KOP SAE	114	98.040	58.163	3.268	1.939	Load
87	33	Ds Ngroto	132	113.520	67.346	3.784	2.245	Load
88	61	Ds Ngroto	72	61.920	36.734	2.064	1.224	Load
89	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
90	64	Dk Iebaksari	36	30.960	18.367	1.032	0.612	Load
91	147	Dk Torong	29	24.940	14.796	0.831	0.493	Load
92	63	Dk Mantung	43	36.980	21.939	1.233	0.731	Load
93	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
94	196	Dk Bunder	16	13.760	8.163	0.459	0.272	Load
95	-	-	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
96	197	Dk Ngebrong	16	13.760	8.163	0.459	0.272	Load
97	65	Ds Ngabah	123	105.780	62.755	3.526	2.092	Load
98	66	Ds Ngabah	63	54.180	32.143	1.806	1.071	Load
99	219	Ds Manting	46	39.560	23.469	1.319	0.782	Load
100	76	Ds Manting	0	0.000	0.000	0.000	0.000	Load
101	77	Dk Gerih	100	86.000	51.020	2.867	1.701	Load

**Tabel 4-4.**  
**Profil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon**  
**Sebelum Kompensasi**

Bus	Tegangan Abs (pu)	Sudut Fasa (Rad)
1	1.00000	0.00000
2	0.99760	-0.06503
3	0.99174	-0.22509
4	0.98826	-0.32095
5	0.98826	-0.32104
6	0.98554	-0.39650
7	0.97732	-0.62770
8	0.97725	-0.62962
9	0.97710	-0.63441
10	0.97684	-0.64148
11	0.97677	-0.64357
12	0.97674	-0.64452
13	0.97663	-0.64750
14	0.97674	-0.64452
15	0.97295	-0.75206
16	0.97294	-0.75248
17	0.97294	-0.75255
18	0.96651	-0.59598
19	0.96650	-0.59603
20	0.96648	-0.59672
21	0.96553	-0.62396
22	0.96550	-0.62458
23	0.96160	-0.73713
24	0.96154	-0.73896
25	0.96157	-0.73711
26	0.96122	-0.73384
27	0.96122	-0.73382
28	0.96122	-0.73384
29	0.96086	-0.73071
30	0.95928	-0.80431
31	0.95890	-0.81519
32	0.95887	-0.81609
33	0.95880	-0.81508
34	0.95861	-0.81489
35	0.95859	-0.81487
36	0.95858	-0.81514
37	0.95858	-0.81521
38	0.95858	-0.81523
39	0.95758	-0.91658
40	0.95757	-0.91657
41	0.95752	-0.91821

42	0.95752	-0.91826
43	0.95748	-0.91931
44	0.95376	-1.02832
45	0.95323	-1.04379
46	0.95303	-1.04981
47	0.95261	-1.06225
48	0.95234	-1.07012
49	0.95219	-1.07451
50	0.95215	-1.07561
51	0.95217	-1.07508
52	0.95217	-1.07520
53	0.95187	-1.08408
54	0.95123	-1.08887
55	0.95084	-1.09176
56	0.95071	-1.09578
57	0.95064	-1.09765
58	0.95063	-1.09800
59	0.95068	-1.09666
60	0.95066	-1.09703
61	0.95064	-1.09771
62	0.95063	-1.09810
63	0.95297	-1.05144
64	0.95288	-1.05410
65	0.95277	-1.05744
66	0.95275	-1.05812
67	0.95278	-1.05711
68	0.95277	-1.05747
69	0.95263	-1.06168
70	0.94913	-1.01277
71	0.94837	-1.03530
72	0.94835	-1.03484
73	0.94834	-1.03520
74	0.94806	-1.04353
75	0.94786	-1.04960
76	0.94731	-1.06636
77	0.94728	-1.06706
78	0.94717	-1.07051
79	0.94708	-1.07293
80	0.94698	-1.07588
81	0.94686	-1.07898
82	0.94676	-1.08204
83	0.94764	-1.05603
84	0.94763	-1.05618
85	0.94729	-1.08516
86	0.94726	-1.08593
87	0.94718	-1.08845
88	0.94693	-1.09573
89	0.94663	-1.10459

---



90	0.94660	-1.10542
91	0.94657	-1.10636
92	0.94657	-1.10637
93	0.94631	-1.11426
94	0.94627	-1.11422
95	0.94612	-1.11406
96	0.94611	-1.11404
97	0.94597	-1.11390
98	0.94572	-1.11377
99	0.94572	-1.11377
100	0.97695	-0.63396
101	0.97689	-0.63392

---

**Tabel 4-5**  
**Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon**  
**Sebelum Kompensasi**

Saluran		P (kW)	Q (kVAR)	Saluran		P (kW)	Q (kVAR)
Dari	Ke			Dari	Ke		
1	2	3949.982	2427.659	2	1	-3943.238	-2417.352
2	3	3898.518	2390.822	3	2	-3882.247	-2365.945
3	4	3822.047	2330.231	4	3	-3812.532	-2315.690
4	5	36.980	21.939	5	4	-36.980	-21.939
4	6	3775.552	2293.750	6	4	-3768.174	-2282.470
6	7	3740.654	2266.144	7	6	-3718.484	-2232.252
7	8	411.223	244.078	8	7	-411.204	-244.048
8	9	357.024	211.905	9	8	-356.983	-211.843
9	10	270.965	160.812	10	9	-270.915	-160.735
10	11	148.795	88.287	11	10	-148.787	-88.275
11	12	68.807	40.826	12	11	-68.805	-40.824
12	13	68.805	40.824	13	12	-68.800	-40.816
12	14	0.000	0.000	14	12	0.000	0.000
7	15	3307.261	1988.174	15	7	-3296.773	-1972.140
15	16	1515.362	89.799	16	15	-151.360	-89.796
16	17	118.680	70.408	17	16	-118.680	-70.408
15	18	3145.411	1882.341	18	15	-3119.471	-1878.378
18	19	62.781	37.246	19	18	-62.780	-37.245
18	20	67.082	39.798	20	18	-67.080	-39.796
18	21	2989.608	1801.333	21	18	-2987.463	-1798.054
21	22	77.402	45.920	22	21	-77.400	-45.918
21	23	2910.061	1752.133	23	23	-2901.648	-1739.268
23	24	143.627	85.213	24	23	-143.620	-85.203
23	25	72.242	42.858	25	23	-72.240	-42.857
23	26	202.229	119.950	26	23	-202.143	-119.915
26	27	97.180	57.653	27	26	-97.180	-57.653
26	28	0.000	0.000	28	26	0.000	0.000
26	29	104.963	62.262	29	26	-104.920	-62.244
23	30	2483.550	1491.246	30	23	-2479.292	-1484.737
30	31	2456.932	1471.472	31	30	-2456.252	-1470.431
31	32	33.541	19.899	32	31	-33.540	-19.898
31	33	169.455	100.529	33	31	-169.436	-100.519
33	34	74.836	44.397	34	33	-74.821	-44.388
34	35	74.821	44.388	35	34	-74.820	-44.387
35	36	17.200	10.204	36	35	-17.200	-10.204
36	37	8.600	5.102	37	36	-8.600	-5.102
37	38	1.720	1.020	38	37	-1.720	-1.020
31	39	2253.256	1350.003	39	31	-2252.525	-1344.154

39	40	10.320	6.122	40	39	-10.320	-6.122
39	41	94.604	56.128	41	39	-94.600	-56.122
41	42	13.760	8.163	42	41	-13.760	-8.163
39	43	2147.601	1281.904	43	39	-2147.451	-1281.675
43	44	2086.391	1245.451	44	43	-2080.635	-1236.652
44	45	619.240	368.051	45	44	-618.998	-367.681
45	46	563.098	334.521	46	45	-563.012	-334.390
46	47	491.632	292.043	47	46	-491.478	-291.807
47	48	432.138	256.603	48	47	-432.052	-256.472
48	49	376.152	223.309	49	48	-376.110	-223.245
49	50	47.301	28.063	50	49	-47.300	-28.061
49	51	328.809	195.182	51	49	-328.804	-195.175
51	52	29.240	17.347	52	51	-29.240	-17.347
51	53	299.564	177.827	52	51	-299.496	-177.723
53	54	210.916	125.172	54	53	-210.785	-125.071
54	55	182.405	108.234	55	54	-182.336	-108.181
55	56	111.816	66.351	56	55	-111.805	-66.333
56	57	43.002	25.513	57	56	-43.000	-25.510
57	58	10.320	6.122	58	57	-10.320	-6.122
56	59	68.803	40.820	59	56	-68.801	-40.818
59	60	38.700	22.960	60	59	-38.700	-22.959
59	61	30.101	17.868	61	59	-30.100	17.857
61	62	10.320	6.122	62	61	-10.320	-6.122
44	63	1461.395	868.601	63	44	1460.541	-867.296
63	64	146.220	86.760	64	63	-146.210	-86.745
64	65	115.250	68.378	65	64	-115.240	-68.363
65	66	12.040	7.143	66	65	-12.040	-7.143
63	67	1314.321	780.536	67	63	-1314.133	-780.249
67	68	13.760	8.163	68	67	-13.760	-8.163
67	69	1300.373	772.085	69	67	-1300.223	-771.856
69	70	1207.343	716.754	70	69	-1202.309	-715.154
70	71	1161.889	691.175	71	70	-1161.228	-690.164
71	72	1089.848	647.817	72	71	-1089.821	-647.813
72	73	47.300	28.062	73	72	-47.300	-28.061
72	74	1042.521	619.751	74	72	-1042.292	-619.402
74	75	951.992	565.831	75	74	-951.846	-565.607
75	76	333.021	197.757	76	75	-332.886	-197.545
76	77	60.201	35.716	77	76	-60.200	-35.714
76	78	272.684	161.829	78	76	-272.656	-161.786
78	79	166.876	99.031	79	78	-166.866	-99.015
79	80	126.446	75.036	80	79	-126.436	-75.022
80	81	112.676	66.859	81	80	112.665	-66.844
81	82	66.225	39.293	82	81	-66.220	-39.285
75	83	618.825	367.850	83	75	-618.725	-367.696

83	84	24.940	14.796	84	83	-24.940	-14.796
83	85	593.784	352.900	85	83	-593.743	-352.467
85	86	98.042	58.166	86	85	-98.040	-58.163
85	87	495.701	294.301	87	85	-495.660	-294.238
87	88	382.140	226.892	88	87	-382.070	-226.785
88	89	320.150	190.051	89	88	320.078	-189.942
89	90	55.902	33.166	90	89	-55.901	-33.164
90	91	24.941	14.797	91	90	-24.940	-14.796
89	92	264.176	156.776	92	89	-264.165	-156.758
92	93	227.185	134.819	93	92	-227.141	-134.751
93	94	13.761	8.163	94	93	-13.760	-8.163
93	95	213.380	126.587	95	93	-213.338	-126.563
95	96	13.760	8.163	96	95	-13.760	-8.163
95	97	199.577	118.400	97	95	-199.545	-118.381
97	98	93.765	55.626	98	97	-93.740	-55.612
98	99	39.560	23.469	99	98	-39.560	-23.469
9	100	86.018	51.030	100	9	-86.005	-51.023
100	101	86.005	51.023	101	100	-86.000	51.020

**Tabel 4-6.**  
**Profil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon**  
**Setelah Kompensasi**

Bus	Tegangan Abs (pu)	Sudut Fasa (Rad)
1	1.00000	0.00000
2	0.99798	-0.07840
3	0.99306	-0.27145
4	0.99016	-0.38723
5	0.99015	-0.38732
6	0.98789	-0.47853
7	0.98105	-0.75777
8	0.98098	-0.75968
9	0.98082	-0.76414
10	0.98057	-0.77145
11	0.98050	-0.77353
12	0.98046	-0.77447
13	0.98036	-0.77742
14	0.98046	-0.77447
15	0.97751	-0.91096
16	0.97749	-0.91138
17	0.97749	-0.91145
18	0.97133	-0.84005
19	0.97131	-0.84035
20	0.97129	-0.84078
21	0.97055	-0.87523
22	0.97052	-0.87585
23	0.96746	-1.01824
24	0.96740	-1.02005
25	0.96743	-1.01822
26	0.96708	-1.01498
27	0.96708	-1.01497
28	0.96708	-1.01498
29	0.96673	-1.01189
30	0.96571	-1.10615
31	0.96543	-1.12039
32	0.96540	-1.12128
33	0.96533	-1.12029
34	0.96514	-1.12009
35	0.96512	-1.12008
36	0.96511	-1.12034
37	0.96511	-1.12042
38	0.96511	-1.12043

39	0.96473	-1.22471
40	0.96472	-1.22471
41	0.96467	-1.22633
42	0.96467	-1.22637
43	0.96466	-1.22842
44	0.96203	-1.37700
45	0.96178	-1.40246
46	0.96169	-1.41276
47	0.96153	-1.43533
48	0.96146	-1.45052
49	0.96144	-1.45960
50	0.96140	-1.46068
51	0.96143	-1.46086
52	0.96143	-1.46097
53	0.96145	-1.48197
54	0.96110	-1.50872
55	0.96092	-1.52689
56	0.96096	-1.53761
57	0.96111	-1.54760
58	0.96109	-1.54795
59	0.96093	-1.53847
60	0.96092	-1.53883
61	0.96090	-1.53950
62	0.96088	-1.53988
63	0.96141	-1.40570
64	0.96132	-1.40831
65	0.96121	-1.41159
66	0.96119	-1.41226
67	0.96126	-1.41290
68	0.96125	-1.41325
69	0.96114	-1.41871
70	0.95796	-1.42266
71	0.95739	-1.45210
72	0.95738	-1.45199
73	0.95738	-1.45305
74	0.95715	-1.46287
75	0.95699	-1.47064
76	0.95644	-1.48707
77	0.95642	-1.48776
78	0.95631	-1.49115
79	0.95623	-1.49352
80	0.95613	-1.49641
81	0.95600	-1.49946
82	0.95590	-1.50246

---

83	0.95685	-1.47989
84	0.95685	-1.48003
85	0.95665	-1.50933
86	0.95663	-1.51009
87	0.95658	-1.51380
88	0.95643	-1.52454
89	0.95626	-1.53844
90	0.95624	-1.53926
91	0.95620	-1.54017
92	0.95624	-1.54145
93	0.95614	-1.55552
94	0.95610	-1.55548
95	0.95603	-1.56234
96	0.95601	-1.56232
97	0.95593	-1.56824
98	0.95589	-1.58913
99	0.95590	-1.58987
100	0.98068	-0.76398
101	0.98062	-0.76395

---

**Tabel 4-7.**  
**Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon**  
**Setelah Kompensasi**

Saluran		P (kW)	Q (kVAR)	Saluran		P (kW)	Q (kVAR)
Dari	Ke			Dari	Ke		
1	2	3927.077	1649.351	2	1	-3921.385	-1640.652
2	3	3876.665	1614.122	3	2	-3862.956	-1593.163
3	4	3802.756	1557.449	4	3	-3794.760	-1545.227
4	5	36.980	21.939	5	4	-36.980	-21.939
4	6	3757.780	1523.288	6	4	-3751.587	-1513.821
6	7	3724.067	1497.495	7	6	-3705.483	-1469.084
7	8	411.222	244.077	8	7	-411.203	-244.046
8	9	357.023	211.903	9	8	-356.982	-211.842
9	10	270.965	160.812	10	9	-270.915	-160.735
10	11	148.795	88.287	11	10	-148.787	-88.275
11	12	68.807	40.826	12	11	-68.805	-40.824
12	13	68.805	40.824	13	12	-68.800	-40.816
12	14	0.000	0.000	14	12	0.000	0.000
7	15	3294.261	1225.007	15	7	-3285.626	-1211.807
15	16	151.362	89.799	16	15	-151.360	-89.769
16	17	118.680	70.408	17	16	-118.680	-70.408
15	18	3134.264	1122.007	18	15	-3113.068	-1118.768
18	19	62.781	37.246	19	18	-62.780	-37.245
18	20	67.082	39.798	20	18	-67.080	-39.796
18	21	2983.206	1041.725	21	18	-2981.465	-1039.063
21	22	77.402	45.920	22	21	-77.400	-45.918
21	23	2904.064	993.143	23	23	-2897.266	-982.748
23	24	143.627	85.213	24	23	-143.620	-85.203
23	25	72.242	42.858	25	23	-72.240	-42.857
23	26	202.228	119.949	26	23	-202.142	-119.914
26	27	97.180	57.653	27	26	-97.180	-57.653
26	28	0.000	0.000	28	26	0.000	0.000
26	29	104.962	62.261	29	26	-104.920	-62.244
23	30	2479.170	734.727	30	23	-2475.818	-729.603
30	31	2453.458	716.338	31	30	-2452.924	-715.521
31	32	33.541	19.899	32	31	-33.540	-19.898
31	33	169.455	100.529	33	31	-169.436	-100.518
33	34	74.836	44.396	34	33	-74.821	-44.388
34	35	74.821	44.388	35	34	-74.820	-44.387
35	36	17.200	10.204	36	35	-17.200	-10.204
36	37	8.600	5.102	37	36	-8.600	-5.102
37	38	1.720	1.020	38	37	-1.720	-1.020
31	39	2249.928	595.093	39	31	-2249.362	-590.563



39	40	10.320	6.122	40	39	-10.320	-6.122
39	41	94.604	56.128	41	39	-94.600	-56.122
41	42	13.760	8.163	42	41	-13.760	-8.163
39	43	2144.438	528.313	43	39	-2144.323	-528.137
43	44	2083.263	491.913	44	43	-2078.863	-485.186
44	45	619.079	-22.166	45	44	-618.903	22.435
45	46	563.003	-55.595	46	45	-562.940	55.691
46	47	491.560	-98.038	47	46	-491.444	98.216
47	48	432.104	-133.420	48	47	-432.035	133.524
48	49	376.135	-166.687	49	48	-376.099	166.743
49	50	47.301	28.063	50	49	-47.300	-28.061
49	51	328.798	-194.806	51	49	-328.793	194.813
51	52	29.240	17.347	52	51	-29.240	-17.347
51	53	299.553	-212.160	52	51	-299.479	212.273
53	54	210.899	-54.824	54	53	-210.797	54.903
54	55	182.417	-71.740	55	54	-182.360	71.784
55	56	111.840	-113.614	56	55	-111.824	113.639
56	57	43.021	-154.459	57	56	-43.000	154.490
57	58	10.320	6.122	58	57	-10.320	-6.122
56	59	68.803	40.820	59	56	-68.801	-40.818
59	60	38.700	22.960	60	59	-38.700	-22.959
59	61	30.101	17.858	61	59	-30.100	-17.857
61	62	10.320	6.122	62	61	-10.320	-6.122
44	63	1459.784	507.352	63	44	-1459.091	-506.292
63	64	146.219	86.760	64	63	-146.210	-86.745
64	65	115.250	68.378	65	64	-115.240	-68.363
65	66	12.040	7.143	66	65	-12.040	-7.143
63	67	1312.871	419.532	67	63	-1312.721	-419.303
67	68	13.760	8.163	68	67	-13.760	-8.163
67	69	1298.961	411.139	69	67	-1298.842	-410.957
69	70	1205.962	355.854	70	69	-1201.995	-354.593
70	71	1161.576	330.615	71	70	-1161.058	-329.823
71	72	1089.677	287.475	72	71	-1089.657	-287.472
72	73	47.301	-61.938	73	72	-47.300	61.939
72	74	1042.356	349.411	74	72	-1042.172	-349.129
74	75	951.872	295.558	75	74	-951.756	-295.380
75	76	333.017	197.751	76	75	-332.884	-197.543
76	77	60.201	35.716	77	76	-60.200	-35.714
76	78	272.683	161.828	78	76	-272.655	-161.785
78	79	166.875	99.030	79	78	-166.865	-99.014
79	80	126.445	75.035	80	79	-126.436	-75.021
80	81	112.676	66.858	81	80	-112.665	-66.844
81	82	66.225	39.293	82	81	-66.220	-39.285
75	83	618.738	97.629	83	75	-618.664	-97.515

83	84	24.940	14.796	84	83	-24.940	-14.796
83	85	593.723	172.719	85	83	-593.691	-172.379
85	86	98.042	58.166	86	85	-98.040	-58.163
85	87	495.649	114.213	87	85	-495.618	-114.165
87	88	382.098	46.819	88	87	-382.046	-46.740
88	89	320.126	10.006	89	88	-320.074	-9.926
89	90	55.902	33.166	90	89	-55.901	-33.164
90	91	24.941	14.797	91	90	-24.940	-14.796
89	92	264.172	-23.239	92	89	-264.164	23.253
92	93	227.184	-45.192	93	92	-227.151	45.243
93	94	13.761	8.163	94	93	-13.760	-8.163
93	95	213.390	-53.407	95	93	-213.357	53.425
95	96	13.760	8.163	96	95	-13.760	-8.163
95	97	199.597	-61.589	97	95	-199.572	61.603
97	98	93.792	-124.358	98	97	-93.742	124.387
98	99	39.562	-156.529	99	98	-39.560	156.532
9	100	86.018	51.030	100	9	-86.005	-51.023
100	101	86.005	51.023	101	100	-86.000	-51.020

## LAMPIRAN A-2

© Tabel      Data Lapangan    PT. PLN (PERSERO)    DISTRIBUSI  
JAWA TIMUR    AREA MALANG    UP & J - BATU,  
HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM ( SEMESTER  
II Bulan, Mei s/d Agustus 2004 ).

---





## HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

SEMESTER II Bulan Mei & Agustus 2004

NO. PENYIANG	NO. GARDU	GARDU TRAFIK		TGL. UKUR	JURUSAN A	JURUSAN B	JURUSAN C	BEBAN (A N P E R R)												TEGANGAN (VOLT) PADA TRAFIK	BEBAN TRAFIK (KVA)	BEBAN TRAFIK (%)	TITIK TUSUPLU	TEGANGAN UJUNG (%)																	
		JURUSAN A						JURUSAN B			JURUSAN C			PADA TRAFIK																											
		R	S					T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	N	S						N																
41	Jt	41	Ds. Jerting Kulon	220380	020602	19-25					32	15	35	14					57	78	35	19	99	93	74	31	230	231	231	217	218	218	209	209	209	221	206	217	99		
42	Slc	42	Jl. Ry. Pahlani	220380	050704	19-30					43	45	39	8					105	105	86	20	148	150	125	33	217	217	217	217	218	218	203	203	203	221	206	217	95		
43	Btu	43	Jl. Ry. Majorejo	220380	050304	19-29					40	41	21	22					112	127	63	56	152	168	184	42	223	223	223	223	223	223	209	209	209	221	206	217	95		
44	Slj	44	Ds. Rejoso	220380	050304	19-30					40	40	12	26					15	67	10	37	77	95	66	39	225	225	225	225	225	225	221	221	221	221	206	217	106		
45	Slc	45	Ds. Kekap	220380	050704	19-25					26	31	31	18								41	95	41	56	41	56	225	225	225	225	225	225	209	209	209	221	206	217	95	
46	Pn	46	Ds. Sumberjo	220380	050704	19-31					142	123	117	23					59	15	12		220	160	144	80	215	215	215	215	215	215	209	209	209	221	206	217	95		
47	Slc	47	Ds. Buranjil	220380	100504	19-28																19	16	15																	95
48	Slc	48	Ds. Kilan	220380	100504	19-27					41	33	77	32					20	35	42	24	61	78	119	38	222	222	222	222	222	222	209	209	209	221	206	217	95		
49	Slc	49	Ds. Dum. B A	220380	100504	19-27					5	4	5	3					56	66	69	13	51	70	75	23	219	219	219	219	219	219	209	209	209	221	206	217	95		
50	Slc	50	Ds. Pahlani	220380	100504	19-27					123	114	109	15								42	225	183	200	52	218	220	219	219	219	219	209	209	209	221	206	217	95		
51	Slc	51	Dk. Dadasan	220380	100504	19-31					9	7	6	5								16	44	37	51	16	220	222	219	219	219	219	209	209	209	221	206	217	95		
52	Slc	52	Ds. Ngiring	220380	030804	19-28					30	17	59	39								32	80	8	133	40	221	221	219	219	219	219	209	209	209	221	206	217	95		
53	Slc	53	Ds. Girizmo	220380	010704	19-27					72	80	97	14								15	197	207	225	38	222	219	210	210	210	209	209	209	221	206	217	95			
54	Slc	54	Ds. Girizmo	220380	010704	19-27					55	55	59	16								15	154	150	133	35	222	222	221	221	221	221	209	209	209	221	206	217	95		
55	Slc	55	Jl. Raya Jember	220380	010704	19-27					9	9	7	0								30	82	87	57	16	220	220	220	220	220	220	209	209	209	221	206	217	95		
56	Slc	56	Jl. Raya Jember	220380	010704	19-27					33	32	18	17								34	51	81	35	48	225	225	225	225	225	225	209	209	209	221	206	217	95		
57	Slc	57	Dk. Sabahut	220380	010704	19-27					23	53	32	22								13	95	94	112	40	215	216	216	216	216	216	209	209	209	221	206	217	95		
58	Slc	58	Dk. Pandanas	220380	030804	19-28					23	30	38	15								40	23	62	80	34	220	219	219	219	219	219	209	209	209	221	206	217	95		
59	Slc	59	Dk. Maron	220380	030804	19-28					31	64	83	4								13	106	95	118	16	216	218	218	218	218	218	209	209	209	221	206	217	95		
60	Slc	60	Dk. Murangrejo	220380	030804	19-28					123	140	103	19								2	180	210	160	22	218	217	220	220	220	220	209	209	209	221	206	217	95		



# HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

SEMESTER II Pulon, Mei s/d Agustus 2004

NO. PENY	NO. GARDU	GARDU TRAFU															BEBAN (AMPERE)												TEGANGAN UJUNG		
		ALAT	DAYA (KVA)	DEG. (V)	TGL. UKUR	JAM UKUR	JURUSAN A			JURUSAN B			JURUSAN C			JURUSAN D			PADA TRAFU						BEBAN (KVA)	JENIS TRAFU	TUNBU				
							R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T				R	S	T	
31	Sic	81	JTV	100	220380	243804	19:25				53	45	56	15				63	54	80	19	116	99	116	30	72	D	211	96		
32	Sic	82	Ds. Junggo, Tulungrejo	75	220380	120804	18:15																			0			0		
33	Blu	83	Ds. Oro Oro Ombo	160	220380	250804	18:28	153	115	152	48											161	121	169	57	61	A74	207	54		
34	Blu	84	Ps. Batu	250	220380	030804	18:00	150	173	47												302	290	179	85	67	A3D16	210	95		
35	Blu	85	TV RI Oro Oro Ombo	160	220380	050804	18:00				63	35	19	46								109	67	50	40	50	BKCI+D8C7	205	83		
36	Pjn	87	Perum Lulu Permai	160	220380	030804	18:23				30	15	17	15								100	04	39	45	50	31	D2A+R2	210	95	
37	Pjn	87	Dk. Maron	100	220380	030804	18:30				7	12	16	5								96	97	99	17	65	D	152	87		
38	Pjn	88	Ds. Pujon Kidul	100	220380	030804	19:00	22	28	26	8											45	63	-8	21	34	A	190	89		
39	Pjn	89	Ls. Pujon Kidul	160	220380	030804	19:15				12	32	70									158	150	-19	-	103	B	166	86		
40	Sic	90	Ds. Ciliparno	100	220380	170804	18:45	17	13	19	7											58	95	75	31	52	C	214	87		
41	Sic	91	Ds. Ciliparno	100	220380	050804	19:35	32	65	51	29											53	83	57	22	45	C	210	89		
42	Sic	92	Ds. Sukresimo	160	220380	170804	18:40				48	53	45	11								54	48	32	25	62	D	215	88		
43	Sic	93	Ds. Pegayutungan	100	220380	170804	18:40				29	26	14	16								102	101	77	35	52	D	215	88		
44	Pjn	94	Dk. Delik	100	220380	050804	18:00	0	5	1	5											79	89	53	32	31	A	253	84		
45	Pjn	95	Ds. Torongrejo	190	220380	030804	20:35				120	133	48	87								36	77	10	65	54	C	216	82		
46	Pjn	96	Ds. Torongrejo Tutup	160	220380	030804	19:00				110	105	51	21									33	29	19	12	80	C	216	82	
47	Pjn	97	Ds. Pemas Klerek	200	220380	050804	19:15				103	99	51	53								15	182	106	78	143	B	216	82		
48	Pjn	98	Ds. Kelangan	160	220380	170804	18:30				101	51	32	24								35	54	58	19	70	B	216	82		
49	Pjn	99	Jl. Fontogoro	100	220380	050804	18:30				22	70	40	36								58	51	57	9	67	B	216	82		
50	Blu	100	Jl. Panglima Supirman	160	220380	050804	19:35				68	83	60	16								24	50	30	27	70	B	216	103		

ST. PABLO KEBUNINGAN  
GUSTO TUGUNINGA WIDYADARMA  
AN-SALUBRUS UP-3-BATU



**HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM**  
SEMESTER II Bulan, Mei s/d Agustus 2004

No.	JENIS	GARDU TRAFU			JAM	TGL.	Data (KV.A)	JURUSAN A		JURUSAN B		JURUSAN C		JURUSAN D		PADANG TRAFU		TEANGAN (VOLT)					BEKAM TRAFU	TEGANGAN UJUNG														
		No. Gud.	Tipe	Kapasitas (KVA)				R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T			N	R	S	T	N	R	S	T	N	MVA				
																																		R	S	T	N	R
		1	2	3				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			19	20												
								R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T			N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	
101	Pjn	101	Dk. Biyan	50	220/380	050704	18.10	35	22	88	18	7	1	1	5	42	73	89	20	215	219	213	33	66	A					195	89							
102	Pjn	102	Dk. Bakar	100	220/380	050704	19.20	71	58	71	12	57	63	54	8	128	121	125	21	218	220	216	82	82	D					212	98							
103	Pjn	103	Dk. Dakal	100	220/380	050704	18.45	30	48	15	16	20	36	23	10	50	84	36	29	221	219	219	38	38	C					188	30							
104	Pjn	104	Ds. Cahal	100	220/380	050704	18.36	41	11	32	10	24	52	40	15	55	63	72	25	227	228	226	45	45	A					200	51							
105	Pjn	105	R.S. Peru-Peru	100	220/380	050704	20.10	22	90	105	26	20	15	15	17	102	105	120	17	222	220	221	73	73	A					210	95							
106	Jrj	106	Dk. Banjarjengah	150	220/380	050604	18.40	45	53	31	22	120	86	127	38	155	147	158	23	221	222	221	104	69	D					210	95							
107	Jrj	107	Dk. Gading Kulon	150	220/380	050604	19.10	50	43	36	18	23	25	27	0	73	63	63	21	230	225	228	47	31	A					220	100							
108	Stu	108	Perum Kusuma Esit	200	220/380	170704	19.15	45	29	16	33	13	48	19	21	59	77	35	47	221	224	226	38	19	D					214								
109	Stu	109	Ds. Jengg. Tulungrejo	100	220/380	050604	17.33	3	16	22		79	35	30		32	51	58	23	226	222	225	43	43	C					226	100							
110	Sic	110	Ds. Junggu. Tulungrejo	150	220/380	050604	17.45	31	33	19	9	98	65	105	5	101	175	203	33	225	223	223	129	81	C					211	97							
111	Sic	111	Ds. Jengg. Tulungrejo	150	220/380	050604	17.55	28	16	25		101	117	148	45	130	133	173	69	219	218	218	95	60	B					210	56							
112	Pjn	112	Ds. Gunung Sari	100	220/380	050604	15.15	19	12	15	6	75	60	53	15	94	72	73	24	225	225	229	55	55	B					217	95							
113	Stu	113	Ds. Goro Oro Ombo	180	220/380	170604	18.30	2	2	4	0	26	16	20	10	28	13	21	11	217	217	217	15	15	C					215	89							
114	Sic	114	Ds. Tawang Argo	150	220/380	170704	18.25	68	95	50	14	110	76	85	28	173	135	145	87	223	223	224	102	64	C					216	98							
115	Pjn	115	Ds. Wadik Tamas	150	220/380	170704	18.25	59	47	69	37	131	131	125	5	151	131	125	5	217	215	218	85	58	A					206	53							
116	Stu	116	Ds. Oro Oro Ombo	150	220/380	170704	18.20	125	30	190	69	70	63	30	18	125	50	130	66	206	205	205	56	64	B					205	53							
117	Stu	117	Jl. P. Sadržimat	150	220/380	170704	18.40	13	30	60	38	112	130	126	19	155	210	189	60	225	226	228	123	82	B					205	53							
118	Stu	118	Jl. P. Sadržimat	150	220/380	170704	18.40	79	80	165	74	101	97	85	56	179	193	216	53	231	233	231	0	0	A					215	53							
119	Pjn	119	Ds. Sumberrejo	75	220/380	170704	20.30													225	228	228	130	87	B					228	104							
120	Stu	120	Jl. Sutopo	150	220/380	170704	18.45													225	228	228	130	87	B					217	99							

## HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

SEMESTER II Bulan Mei s/d Agustus 2004

NO. UJUNG	NO. Gardu	ALAMAT	GARDU TRAFIK			TGL UKUR	BEBAN (AMPERE)												BEBAN TRAFIK		TEGANGAN UJUNG								
			DAYA (KVA)	TRG (V)	TGL UKUR		JURUSAN A			JURUSAN B			JURUSAN C			JURUSAN D			PADA TRAFIK			TITIK TUNAPU	V (V)						
							R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T			(KV)	(%)				
121	Btu	121	Jl. Ry.Kajang Majorejo	160	220/380	175784	19:00	43	39	71	25						48	94	79	55	217	217	217	48	30	B	206	94	
122	Btu	122	Plaso Batu	250	220/380	170704	19:05	33	64	61	22						165	210	175	31	221	221	224	122	49	C	217	99	
123	Pjn	123	Jl. Raya Pujon	150	220/380	010804	19:25	72	44	80	40						105	110	80	39	177	154	214	105	70	D	197	50	
124	Pjn	124	Kosong	50													5	0	0						0			0	
125	Sic	125	Hotel Pernama	250	220/380	190804	18:40	60	63	64	8						60	53	64	8	218	218	218	41	16		234	97	
126	Pjn	126	Jl. Sudiro	150	220/380	120904	18:00	1	1	17							228	202	180	49	219	220	219	138	92	CADANGAN	209	55	
127	Btu	127	Jl. Arjuno	150	220/380	170804	19:58	109	119	65	54						232	206	163	81	225	226	226	135	90	A	207	94	
128	Sic	128	Ds. Girikar	150	220/380	240704	20:15	78	92	83	9						141	133	137	20	219	219	224	90	60	D	212	56	
129	Pjn	129	Jl. Flamboyant	160	220/380	240804	18:25	111	95	112	25						164	188	173	31	218	218	218	110	89	A11	213	37	
130	Btu	130	Jl. Panglima Sudirman	150	220/380	110504	19:10	17	21	11	25						85	109	113	31	220	221	220	88	45	D	215	54	
131	Btu	131	Ds. Beji	160	220/380	120804	19:30	93	100	141							195	190	224	61	222	223	222	135	90	A	206	54	
132	Btu	132	Jl. Patimura	160	220/380	170504	18:20										143	100	152	51	220	218	220	121	76	D04A15	209	55	
133	Sic	133	Ds. Bora	160	220/380	170704	19:05	70	50	55							105	98	106	16	225	225	225	70	43	C	215	58	
134	Sic	134	Bekas Pagar Batu	100	220/380	180504	19:15										52	83	50	51	220	220	221	41	41		200	35	
135	Sic	135	Ds. Junggo, Tulungrejo	50	220/380	170504	17:21	5	2	4							33	5	10	33	225	225	230	13	26	A	216	105	
136	Jti	136	Holikhura	100	220/380	080804	18:00	55	60	38	12						55	60	38	12	215	214	216	33	33	18	209	93	
137	Sic	137	Jl. Ry.Panjen	160	220/380	170704	19:15	22	23	12	7						22	23	12	7	216	216	216	12	12	A	212	35	
138	Btu	138	Kosong	KO													0	0	0	0	220	220	220	0	0	A	218	54	
139	Btu	139	Hotel Kartika	160	220/380	170704	19:45										0	0	0	0	215	221	201	0	0	B	220	100	
140	Btu	140	Telkom Batu	250	220/380	180504	18:15	47	46	11	7						47	40	41	7	232	232	232	30	12	B	230	105	

# HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

SEMESTER II Bulan Mei s/d Agustus 2004

NO. PROY.	NO. GUD.	ALAMAT	DAYA (KVA)		TGL. UNCR	JAM UNCR	BEBAN (AMPERE)												TEGANGAN (VOLT)		BEBAN TRAFIK		TGL. UNCR					
			FASE	(V)			JURUSAN A	JURUSAN B	JURUSAN C	HURUSAND			PADA TRAFIK			R-N	S-S	T-T	(KVA)	(%)								
141	S/C	Ds. Tegal Sari	150	220/350	16/04	16:00	R	S	T	N	A	S	T	N	R	S	T	N	107	28	228	227	226	72	48	A	212	56
142	S/C	Ds. SumberGordo	100	220/350	17/04	16:31	R	S	T	N	110	86	78	40	156	144	138	50	138	50	218	217	210	95	95	A	205	93
143	B/U	Hotel Asida	100	220/350	17/04	18:50	R	S	T	N	35	37	42	5	35	37	42	0	42	0	216	216	216	25	25	D	212	56
144	B/U	Jl. Raya Baji	160	220/350	17/04	18:05	R	S	T	N	117	108	133	23	164	120	174	46	174	46	220	220	220	101	63	D03C10	210	85
145	P/U	Dk. Warugoyong	100	220/350	17/04	18:45	R	S	T	N	19	40	52	15	62	72	89	34	72	89	212	212	211	47	47	D	204	93
146	B/U	Wt. Suprabanah	160	220/350	17/04	18:30	R	S	T	N	52	47	39	9	98	108	70	48	153	100	222	221	222	89	56	D	218	60
147	P/U	Dk. Torong	50	220/350	17/04	18:00	R	S	T	N	13	33	1	25	22	32	35	27	65	38	210	204	206	29	27	D	189	36
148	K/I	Ds. Junrejo	100	220/350	18/04	18:10	R	S	T	N	60	81	64	10	92	114	103	25	103	25	236	235	235	75	75	A	227	103
149	S/C	Ds. Bulisarno	160	220/350	18/04	18:20	R	S	T	N	24	25	13	13	79	51	63	36	76	36	220	220	218	56	35	A	210	82
150	S/C	Ds. Ciliwung	130	220/350	18/04	18:18	R	S	T	N	53	87	85	12	139	155	126	33	155	126	217	216	216	91	61	C	207	31
151	S/C	Balai Desa. Tleking	160	220/350	18/04	18:11	R	S	T	N	69	97	116	49	66	87	116	40	101	68	226	229	226	61	61	D13C13	209	95
152	S/C	Ds. Tleking	160	220/350	18/04	18:20	R	S	T	N	85	72	95	25	176	176	141	68	176	141	222	226	224	93	58	D12C103A1	217	60
153	P/U	Dk. Sebatu	150	220/350	18/04	18:40	R	S	T	N	63	112	159	52	91	29	45	43	124	68	216	214	214	83	52	D	178	81
154	S/C	Ds. Gedas. Kibin	120	220/350	18/04	18:55	R	S	T	N	55	71	65	20	26	47	28	30	93	30	228	225	225	64	64	D	221	69
155	S/C	Ds. Puncu	60	220/350	18/04	18:40	R	S	T	N	31	35	20	15	57	48	31	37	48	31	230	230	230	39	39	D	210	63
156	P/U	Ds. Wuse	110	220/350	18/04	18:48	R	S	T	N	33	36	23	11	27	23	25	11	36	23	231	231	231	44	44	D	202	61
157	S/C	Hotel Oreni	100	220/350	18/04	18:08	R	S	T	N	64	62	66	7	64	62	66	7	66	7	231	231	231	44	44	D	220	103
158	B/U	Masjid Pk. Sbr. Bawak	150	220/350	18-12		R	S	T	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	227	227	0	0	D	210	8
159	B/U	Jl. Ry. Mergapo	120	220/350	18/04	18:31	R	S	T	N	30	49	42	26	15	9	11	6	58	53	220	221	221	42	42	K	210	97
160	F/U	Ds. Gunung Sari	100	220/350	18/04	18:29	R	S	T	N	31	31	48	21	45	81	05	26	99	112	221	221	219	72	72	K	216	98

REKAM JEKIL 2003  
DISTRIBUSI JAWA TIMUR  
AREA MALANG UP A J - DATA

## HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM SEMESTER II Bulan, Mei s/d Agustus 2004

NO	PENY	GARDU TRAFIK										BEBAN (A.M.P.T.R.E)										TEGANGAN (VOL.)			TEGANGAN UJUNG	
		NO. SALAHAT		TGL. UKUR	DAYA (KVA)	TEG. (V)	JURUSAN A		JURUSAN B		JURUSAN C		JURUSAN D		PADA TRAFIK		R-N	S-N	T-N	TITIK	V	T.M.M.				
		R	S				R	S	R	S	R	S	R	S	R	S							T	N		
161	Sic	161	Ds. Sumber Brantas	190804	250	220380	1254114	150	45												127	51	C	205	93	
162	Btu	162	Ds. Toyo Merto	190804	100	220380	36	35	51	17											40	40	B	215	98	
163	Jfj	163	Ds. Selokerto	190804	100	220380	81	75	60	28											67	67	D	217	99	
164	Pjn	164	Ds. Siebel	190804	30	220380	12	14	18	7											5	18	D	110	50	
165	Pjn	165	Ds. Penol	190804	100	220380	47	25	33	23											71	71	D	210	95	
166	Pjn	166	Dk. Trevis	190804	50	220380	38	45	24	18											23	47	F	206	95	
167	Pjn	167	Dk. Dadesan	190804	50	220380	20	20	16	8											12	24	D	218	99	
168	Pjn	168	Bukit Pirus	190804	25	220380	10	25	18	15											12	48	A	217	50	
169	Sic	169	Ds. Ngajung	190804	160	220380	12	9	26	12											58	36	D	219	95	
170	Sic	170	Ds. Sawang Anyo	190804	100	220380	109	80	143	45											76	48	C	210	92	
171	Btu	171	Jl. Suler Agung	190804	25	220380	17	56	20	38											21	85	A	219	100	
172	Pjn	172	Ds. Siebel	190804	160	220380	28	35	33	25											87	55	D	218	98	
173	Sic	173	Jl. T mist Baraji	190804	250	220380	215	210	217	37											201	80	B	209	99	
174	Pjn	174	Jl. P. m. Gaba	190804	160	220380	102	96	140	41											34	59	A	213	97	
175	Pjn	175	Jl. Sengaji	190804	160	220380	32	22	15	15											16	19	A	215	98	
176	Sic	176	Ds. Barasan Saji	190804	150	220380	71	75	50	18											85	57	C	209	95	
177	Btu	177	Jl. Ngulon	190804	160	220380	124	115	97	48											115	72	A	204	93	
178	Sic	178	Jl. Ry. Sdamulyo	190804	160	220380	5	14	24	15											89	43	C	215	98	
179	Sic	179	M. Lenejo Ropo Koyo	190804	250	220380	115	118	145	33											84	34	A	209	100	
180	Pjn	180	Kantor Pos Batu	190804	250	220380	64	63	37	40											131	40	B	212	96	

## HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

SEMESTER II Bulan, Mei s/d Agustus 2004

NO	ENV	NO Gd	GARDU TRAFU			TGL UKUR	JAM UKUR	M E B A N ( A M P E R E )												TEGANGAN (VOLT)	BIKANTRAFO (KVA)	BIKANTRAFO (%)	BIKANTRAFO TUNG												
			DAYA (KVA)	TEG. (V)	ALAMAT			JURUSAN A			JURUSAN D			JURUSAN C			JURUSAN D						PADA TRAFU			TTIK TRAFU	V	%							
								R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T				R	S	T				R	S	T				
181	Ji	181	100	220/380	170804	18:00				14	34	36				21	30	18				35	64	54	27	218	219	219	33	33	D	210	95		
182	Ju	182	25	220/380	170804	18:00				4	2	2	5			6	8	6	4				10	10	8	13	218	217	218	6	24	D	216	99	
183	Ju	183	25	220/380	170804	19:05				6	6	7	3			2	4	3	4				8	10	10	5	216	218	215	6	24	D	214	97	
184	Ju	184	25	220/380	170804	19:15				5	7	4	6			3	2	2	4				8	9	6	6	222	222	222	5	20	II	220	100	
185	Ju	185	25	220/380	170804	19:40				2	4	3	4			4	6	5	5				6	10	6	3	222	221	220	6	21	C	219	100	
186	Ju	186	100	220/380	170804	19:50				6	8	5	5			4	3	4	4				10	11	12	6	230	230	230	8	8	V	228	104	
187	Ju	187	100	220/380	170804	20:00				3	4	4	3			3	3	5	6				6	7	9	11	225	226	226	5	5	I	222	101	
188	Ju	188	60	220/380	120804	18:20				83	79	125	52			25	56	37	26				103	135	162	50	221	220	220	90	56	I	215	94	
189	Ju	189	60	220/380	120804	18:15										23	49	17	34				115	143	95	47	220	221	222	73	49	II	215	91	
190	Ju	190	60	220/380	120804	18:25				21	29	37				61	79	37	35				102	109	74	22	221	221	223	63	39	I	215	94	
191	Ju	191	200	220/380	120804	18:10				103	136	144	45			94	31	94	26				157	167	190	45	218	219	219	114	57	II	206	91	
192	Ju	192	200	220/380	120804	18:20										33	36	33	3				33	35	33	3	225	225	225	23	11	II	208	104	
193	Ju	193	200	220/380	120804	18:20																	138	90	96	15	225	225	225	63	34	I	230	100	
194	Ju	194	200	220/380	120804	18:20																	0	0	0	0	225	225	225	0	0		230	100	
195	Ju	195	180	220/380	190804	18:20																	36	44	47	8	23	231	231	231	29	19	II	231	95
196	Ju	196	25	220/380	190804	18:35																	13	0	0	13	206	215	21*	16	66	I	208	95	
197	Ju	197	25	220/380	190804	18:35																	30	13	32	14	213	216	217	16	64	II	217	97	
198	Ju	198	100	220/380	190804	18:00																	80	113	84	40	214	214	215	55	55	II	202	94	
199	Ju	199	200	220/380	190804	18:30																	173	177	169	9	224	224	224	116	58		209	100	
200	Ju	200	100	220/380	190804	18:00																	5	5	5	2	219	218	219	10	10	I	210	96	

**HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM**

SEMESTER II Bulan Mei s/d Agustus 2004

KODE	SENYA	NO. Caid	GARDU TRAFIK		JAM UKUR	TGL. UKUR	JURUSAN A R	JURUSAN B		JURUSAN C		PUSKAND			PADA TRAFIK					REBAN TRAFIK		JILANGAN UJUNG														
			ALAMAT					URUSAN B		URUSAN C		R	T	N	R	S	I	N	S	L	S	T	S	T	K	A	S	S	S	K	P	T	N			
			DATA (KVA)	TEG. (V)				R	T	S	R	S	T	N	R	S	I	N	S	L	S	T	S	T	K	A	S	S	K	P	T	N	R	S	S	K
			(KVA)	(V)				R	T	S	R	S	T	N	R	S	I	N	S	L	S	T	S	T	K	A	S	S	K	P	T	N	R	S	S	K
	Pjn	201	Ds. Tambuh	25	220/380	180804		5	5	5	0	11	12	13	1	1	1	217	218	218	218	8	31	105	216	98										
	Pjn	202	Ds. Tambuh	25	220/380	180804		2	1	1		4	2	5	2			221	223	223	223	2	9	83	220	100										
	Btu	203	Indosiari	160	220/380	180804						64	73	75	15			225	227	227	227	48	30	10	220	100										
	Pjn	204	Dk. Tulungrejo	25	220/380	180804						23	15	16	9			213	213	217	217	11	44	4	192	97										
	Sic	205	Junggo II, Rejo	100	220/380	180804	48	42	42	7		48	42	42	10	225	225	225	225	225	225	30	30	1	220	100										
	Btu	206	Day Lawan	25	220/380	021004	b e b a n						0	0	0							0	0	0	210	96										
	Btu	207	Agrowisata	100	220/380	170804	111	120	55	23	22	22	26	4				22	22	226	226	53	53	87	210	95										
	Btu	208	Indopul	160	220/380	170804	111	120	55	23	22	22	26	4				22	22	226	226	71	44	44	210	95										
	Btu	209	Jl. Mojoarjo	160	220/380	010804	75	81	53	19	48	56	50	16				48	56	216	216	31	31	52	210	95										
	Sic	210	Agro Mancana	160	220/380	010804	22	20	19	5	52	34	32	14				52	34	222	222	41	25	18	216	96										
	Ru	211	R. S. Bekris	160	220/380	170804	54	50	50	12									54	50	226	226	37	23	18	222	101									
	Ru	212	Dk. Bon Bony	160	220/380	180804	23	27	24	6	1	0	6	1				1	0	217	217	16	16	16	213	67										
	Pjn	213	Dk. Dadisan	50	220/380	180804	53	65	66	12								53	65	214	214	39	78	10	202	92										
	Btu	214	Jl. Dewasari	160	220/380	180804	71	107	86	13	20	28	32	14				20	28	215	215	53	36	15	209	91										
	Pjn	215	Jl. Sawire	50	220/380	180804	63	71	39	33									63	71	22	22	38	77	54	209	91									
	Pjn	216	Dk. Dels	100	220/380	180804	1-2	55	125	23	89	56	71	18				89	56	211	211	77	77	10	208	90										
	Pjn	217	Ds. Baw	100	220/380	170804	23	18	16	22	28	18	16	22				28	18	225	225	14	14	14	205	90										
	Pjn	218	Ds. Gunungson	130	220/380	090704	54	56	33	24	5	9	7	5				5	9	224	224	37	37	1	206	90										
	Pjn	219	Os. Manjuy	130	220/380	120601	85	64	64	21									85	64	219	219	46	46	10	206	90									
	Sic	220	Ds. Binengaji R.A.	100	220/380	120601	51	53	38										51	53	215	215	32	32	11	206	90									

## HASIL PENGUKURAN GARDU MALAM

SEMESTER II Bulan, Mei s/d Agustus 2004

No. /GND	GARDU TRAFU										BEBAN (A.M.P.E.R.E)										TITIK JUMPO		PENGANGAN LUNG					
	NO. End	MAGIAT	DAYA (KVA)	TSC (V)	TGL. UKUR	JAM UKUR	JURUSAN A			JURUSAN B			JURUSAN C			JURUSAN D			PADA TRAFU			R-N	S-N	T-N	(KVA)	(%)	V	Thd
							R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T							
21	Btu	221	Ds.Sumbersekar Dau	150	2200364	18:50	82	128	75	2	2	1	64	130	76	52	225	220	224	65	44	D	210	85				
22	Elu	222	Jl. Kartika   Jatim Park	200	2200380	08:00	234	234	235	5	234	234	235	234	235	5	230	229	229	162	81		226	103				
23	Pjn	223	Dk.Soba	50	2200380	19:05	10	44	22	36	10	44	22	36	10	44	215	213	214	16	33	C	200	81				
24	Btu	224	Jl. Kartika Bunga	100	2200380	18:10	0	0	0	12	218	219	217	0	0	0	271	223	222	0	0	D	210	95				
25	Sic	225	Perum Agro Kencana	100	2200380	19:00	0	0	0	1	771	223	222	0	0	0	230	230	230	6	6	A	228	10				
26	Elu	226	Panderman Hill	100	2200390	18:50	5	7	7	3	2	3	2	8	9	16	230	230	230	6	6	A	228	10				
27	Sic	227	Ds. Sumber brambis	160	2200380	17:31	112	97	117	24	19	39	18	12	131	135	211	214	211	85	53	A	207	94				
28	Sic	428	Nusuma ES	100	2200380															0	0							
29	Sic	229	Hotel Wijaya IN	75	2200380	B-OP														0	0							

Di Terima  
Sia. Hsr

Batu, 05 SEPTEMBER 2004  
ASMEN TEKNIK

SUJOKO

## LAMPIRAN A-3

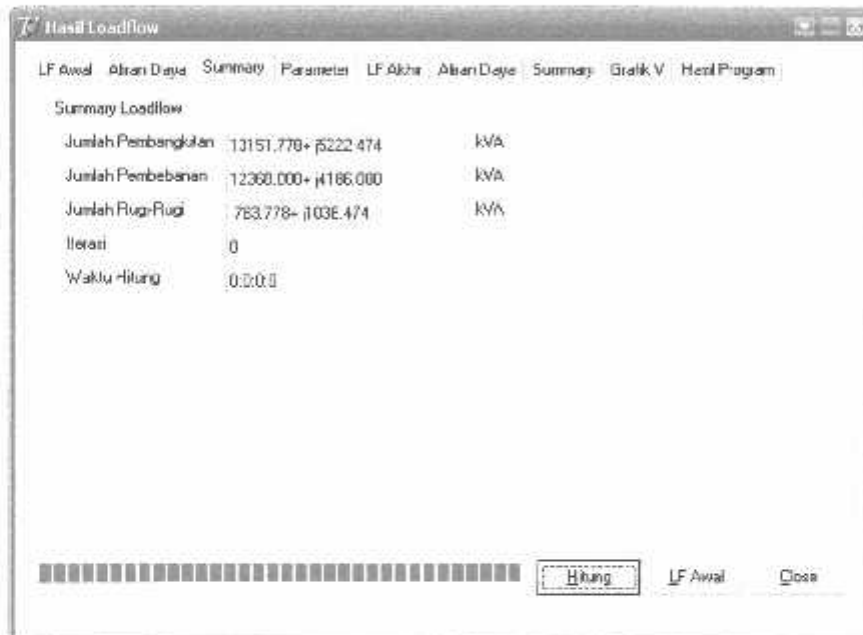
- ⊗ **Validasi 9 Bus, Data Jurnal IEEE, 2001**
  - ⊗ **Hasil Perhitungan Perbandingan Data Jurnal Dengan Hasil Validasi**
-



### A. Validasi 9 Bus, Data Jurnal IEEE, 2001

Validasi Data IEEE, 2001, Dengan Menggunakan Data 9 Bus dari jurnal Untuk Penempatan Kapasitor Dengan Menggunakan Metode H-o ( *Interactive Trade-off* )

#### Hasil Tampilan Rugi-rugi Daya P + jQ Dengan Data IEEE 9 Bus



Tabel 1  
Tabel Perbandingan Data Jurnal

Data Jurnal		Hasil Pengujian	
P ( kW )	Q ( kVAR )	P ( kW )	Q ( kVAR )
783.77	1036.47	783.778	1036.474

□ Untuk Perbandingan Rugi Daya Aktif ( P )

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Hasil Jurnal} - \text{Hasil Pengujian}}{\text{Hasil Jurnal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{783.77 - 783.778}{783.77} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = 0.00048\%$$

▣ Untuk Perbandingan Rugi Daya Reaktif ( Q )

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Hasil Jurnal} - \text{Hasil Pengujian}}{\text{Hasil Jurnal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{1036.47 - 1036.474}{1036.47} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = 0.00023\%$$

---

## LAMPIRAN A-4

### TAMPILAN URUTAN PROGRAM YANG DI TULIS BERDASARKAN METODE

Ⓒ program CapTradeOff;

uses

```
Forms,  
uAbout in 'uAbout.pas' {frmAbout},  
uHasil in 'uHasil.pas' {frmHasil},  
uInputLFChild in 'uInputLFChild.pas',  
uMenu in 'uMenu.pas' {frmMenu},  
uGenetic in 'Genetic\uGenetic.pas',  
uFitness in 'ObjFunc\uFitness.pas',  
uVarGenetic in  
    'Genetic\uVarGenetic.pas';
```

---

ipTradeOff;

```
n 'uAbout.pas' (frmAbout),  
n 'uhasil.pas' (frmHasil),  
Child in 'uinput\FChild.pas',  
u 'Menu.pas' (frmMenu),  
{ in 'Genetic\Genetic.pas',  
  in 'ObjFunc\Fitness.pas',  
  tic in 'Genetic\VarGenetic.pas';
```

```
ion.Initialize;  
ion.CreateForm(TfrmMenu, frmMenu);  
ion.CreateForm(TfrmHasil, frmHasil);  
ion.CreateForm(TfrmAbout, frmAbout);  
ion.Run;
```

.



Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,

```
it = class(TForm)
```

```
  ate declarations ;
```

```
  ic declarations ;
```

```
  : TFormAbout;
```

```
  tion
```

---



```

bx1: TGroupBox;
1: TLabel;
2: TLabel;
3: TLabel;
4: TLabel;
5: TLabel;
7: TLabel;
t: TStringGrid;
ntCap: TEdit;
Bank: TEdit;
a: TComboBox;
tCap: TEdit;
Install: TEdit;
n: TEdit;
x: TEdit;
st8: TTabSheet;
ntrol2: TPageControl;
st10: TTabSheet;
9: TLabel;
9: TLabel;
0: TLabel;
1: TLabel;
ltGA: TStringGrid;
Sebelum: TEdit;
Sesudah: TEdit;
Selisih: TEdit;
st11: TTabSheet;
: TChart;
3: TLineSeries;
4: TLineSeries;
5: TLineSeries;
Ang: TButton;
eCross: TComboBox;
Parent: TComboBox;
CapBark: TEdit;
Default: TButton;
2: TLabel;
3: TLabel;
ar: TEdit;
4: TLabel;
ure btnCloseClick(Sender: TObject);
ure btnLFAwalClick(Sender: TObject);
ure FormCreate(Sender: TObject);
ure btnHitungClick(Sender: TObject);
ure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);

rate declarations ;
TC Declarations /

: TFormHasil;

tion

.s, uLoadflow, uNewtonRaphson, uComplex, uTopology, uFitness,
i, uVarGenetic;

TfrmHasil.btnCloseClick(Sender: TObject);

TfrmHasil.btnLFAwalClick(Sender: TObject);
qcr;
selesai, selang: TDateTime;
nit, detik, mdetik: word;

imo;
phson[qBus, qBranch, qParamLF];
= time;
selesai-mulai;
Clear;
Clear;

```

---

```

to high(gBus) do
Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
Cells[1,i+1]:=RealToStr(gBus[i].absV,5);
Cells[2,i+1]:=RealToStr(gBus[i].sudV*
    ANGLE_OF_DEGREES/ANGLE_OF_RADIAN,5);
Cells[3,i+1]:=RealToStr(gBus[i].Fgen,3);
Cells[4,i+1]:=RealToStr(gBus[i].Qgen,3);
Cells[5,i+1]:=RealToStr(gBus[i].FL,3);
Cells[6,i+1]:=RealToStr(gBus[i].QL,3);
Cells[7,i+1]:=RealToStr(gBus[i].Cap,3);
Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBus[i].typeBus);
l.Add(gBus[i].absV,IntToStr(i+1));

to high(gBranch) do
ch.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
ch.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].data);
ch.Cells[2,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
ch.Cells[3,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sj.real,3);
ch.Cells[4,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sj.imag,3);
ch.Cells[5,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aj.real,3);
ch.Cells[6,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aj.imag,3);
ch.Cells[7,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
ch.Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].data);
ch.Cells[9,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sj.real,3);
ch.Cells[10,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sj.imag,3);
ch.Cells[11,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aj.real,3);
ch.Cells[12,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aj.imag,3);

a.Text:=ToStringf(gParamLF.SumGen,3);
ad.Text:=ToStringf(gParamLF.SumLoad,3);
as.Text:=ToStringf(gParamLF.SumLoss,3);
ai.Text:=IntToStr(gParamLF.Iterasi);
me(solang, jam, menit, detik, mdetik);
Text:=IntToStr(jam)+' '+IntToStr(menit)+' '+
    IntToStr(detik)+' '+IntToStr(mdetik);
ifault.Enabled:=true;

TfrmHasil.ParaCreate(Sender: TObject);

Cells[0,0]:='No';
Cells[1,0]:='Load';
Cells[2,0]:='Time';
Cells[3,0]:='K';
Cells[0,1]:='1';
Cells[0,2]:='2';
Cells[0,3]:='3';
GA.Cells[0,0]:='No';
GA.Cells[1,0]:='Bus';
GA.Cells[2,0]:='T1';
GA.Cells[3,0]:='T2';
GA.Cells[4,0]:='T3';
GA.Cells[5,0]:='Type Cap';

TfrmHasil.btnHitungClick(Sender: TObject);
lap, CapBank, TypCap, Flow, Tmed, Tpeak, Year:integer;
Med, Speak, KeLow, KeMed, KePeak:double;
p, CapInstall:double;
TBatas;
ram, length, maxgen, popsize:integer;
pmutasi, pflip, ka, col, coh:double;
cnCap;
rom:TCharxCap;
g,Max:dArr1;
BusArr1;
sal, ja, ja, JmlCapBank:integer;
L:CxArr1;
rr1;
HasilCap:cArr2;
:iArr1;
Iir, Arus:CxArr2;
selesai, solang:TDateTime;
nit, detik, mdetik:word;
selum, ElCSesudah:double;

```



```

ross:TTypeCross;
rent:TNewParent;

i:=StrToInt (edtCountCap.Text);
j:=StrToInt (edtCapBank.Text);
nk:=StrToInt (edtJmlCapBank.Text);
pe.Text='Fixed' then

:-1;

:=2;

rToFloat (fgInput.Cells[1,1]);
rToFloat (fgInput.Cells[1,2]);
trToFloat (fgInput.Cells[1,3]);
rToInt (fgInput.Cells[2,1]);
rToInt (fgInput.Cells[2,2]);
trToInt (fgInput.Cells[2,3]);
trToFloat (fgInput.Cells[3,1]);
lrToFloat (fgInput.Cells[3,2]);
StrToFloat (fgInput.Cells[3,3]);
=StrToFloat (edtCostCap.Text);
ll:=StrToFloat (edtCapInstall.Text);
rToInt (edtYear.Text);
n:=StrToFloat (edtVmin.Text);
mx:=StrToFloat (edtVmax.Text);
object fitness
=TFitness.Create (CountCap, CapBank, TypCap, Flow, Pmed,
Tpeak, JmlCapBank, Year, Slow, Smed, Speak, KeLow, KeMed, KePeak,
CostCap, CapInstall, BatesV);
jFitness.Param;
i kondisi sebelum optimasi
lum: qFitness.doHitungAwal (qBus);
totalum.Text:=FormatFloat ('#,##0', ELCSebelum);
v.Text:=IntToStr (param);
=StrToInt (edtMaxGen.Text);
x:=maxgen;
=StrToInt (edtPopSize.Text);
=StrToFloat (edtPCross.Text);
=StrToFloat (edtPMutasi.Text);
oFloat (edtKa.Text);
=round (high (qBus)+1);
CountCap/length;
rpeCross.Text='crOne' then

ross:=crOne;

cmbTypeCross.Text='crTwo' then

ross:=crTwo;

ross:= crMulti;

ewParent.Text='npStandart' then

rent:=npStandart;

cmbNewParent.Text='npReplikasi' then

rent:=npReplikasi;

ent:=npElitism;

= object Genetic algorithm
rCap.Create (JmlCapBank, maxgen, popsize, length, pcross, pmutasi,
ip, ka, NewParent, TypeCross);
m:=qas.BestChrom;
..doHitungAkhir (BestChrom, LBus, HasilCap, ELCSebelum);
sesudah.Text:=FormatFloat ('#,##0', ELCSebelum);
llisih.Text:=FormatFloat ('#,##0', (ELCSebelum-ELCSebelum));
GA.RowCount:=high (HasilCap)+2;

```

---

```

to high(HasilCap) do
1FGA.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
=0 to high(HasilCap[0]) do

=0 then
n
HasilFGA.Cells[j+1,i+1]:=IntToStr(round(HasilCap[i,j]));

if j=4 then
n
round(HasilCap[i,j])-1 then
gin
fgHasil:GA.Cells[j+1,i+1]:='Fixed';
d
se
gin
fgHasilFGA.Cells[j+1,i+1]:='Switch';
d;

n
HasilFGA.Cells[j+1,i+1]:=FloatToStr(HasilCap[i,j]);

Min;
Avg;
Max;
Clear;
lear;
lear;
lear;
to high(Min) do

3.Add(Min[i],IntToStr(i+1));
4.Add(Avg[i],IntToStr(i+1));
5.Add(Max[i],IntToStr(i+1));

mmDataToLFData(LBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,
Z,Tp,Lc,Tr);
linc;
qphson(gParamLF,V,Sg,S,Cap,TypBus,Z,Tp,Alir,Arus,

=lime;
-selesai-mulai;
Clear;
to high(gBus) do

2.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
1.Cells[1,i+1]:=RealToStr(V[i].real,3);
2.Cells[2,i+1]:=RealToStr(V[i].imag*
ANGLE_OF_DEGREES/ANGLE_OF_RADIAN,5);
3.Cells[3,i+1]:=-RealToStr(Sg[i].real,3);
2.Cells[4,i+1]:=-RealToStr(Sg[i].imag,3);
2.Cells[5,i+1]:=RealToStr(SL[i].real,3);
3.Cells[6,i+1]:=RealToStr(SL[i].imag,3);
1.Cells[7,i+1]:=-RealToStr(Cap[i],3);
1.Cells[8,i+1]:=IntToStr(TypBus[i]);
2.Add(V[i].real,IntToStr(i+1));

to high(gBranch) do

branch[i].dari-1;
branch[i].ke-1;
ch2.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
ch2.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
ch2.Cells[2,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
ch2.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Alir[ia,ja].real,3);
ch2.Cells[4,i+1]:=-RealToStr(Alir[ia,ja].imag,3);
ch2.Cells[5,i+1]:=RealToStr(Arus[ia,ja].real,3);
ch2.Cells[6,i+1]:=RealToStr(Arus[ia,ja].imag,3);
ch2.Cells[7,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
ch2.Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
ch2.Cells[9,i+1]:=RealToStr(Alir[ia,ia].real,3);
ch2.Cells[10,i+1]:=RealToStr(Alir[ia,ia].imag,3);
ch2.Cells[11,i+1]:=RealToStr(Arus[ia,ia].real,3);

```

---

```
ch2.Cells[12,1+1]:=RealToStr(Accs[Ja,1a].Imag,3);
```

```
n2.Text:=-ToStringJ(gParambF.SumGen,3);  
ac2.Text:=-ToStringJ(gParambF.SumLoad,3);  
es2.Text:=-ToStringJ(gParambF.SumLoss,3);  
si2.Text:='3';//IntToStr(gParambF.iterasi);  
me(seLang, jam, menit, detik, mDetik);  
.Text:=-IntToStr(jam)+' '+IntToStr(menit)+' '-  
IntToStr(detik)+' '+IntToStr(mDetik);  
  
/  
.Free;
```

```
TfrmHasil.btrUseDefaultClick(Sender: TObject);
```

```
parameter Genetic Algorithm
```

```
n.Text:='50';  
ze.Text:='10';  
s.Text:='0.75';  
si.Text:='0.008';  
.Text:='0.3';  
xt:='100000';  
p.Text:='30';  
ross.Text:='arOne';  
cont.Text:='rpReplikasi';  
parameter objective function  
Cap.Text:='5';  
ext:='10';  
k.Text:='30';  
Bank.Text:='7';  
ext:='Mixed';  
e11s[1,1]:='0.8';fgInput.Cells[2,1]:='4024';fgInput.Cells[3,1]:='0.04';  
e11s[1,2]:='1.0';fgInput.Cells[2,2]:='3295';fgInput.Cells[3,2]:='0.06';  
e11s[1,3]:='1.2';fgInput.Cells[2,3]:='3417';fgInput.Cells[3,3]:='0.09';  
p.Text:='400';  
stall.Text:='600';  
ndvV.Text:='1000';  
ndvS.Text:='1000';  
Text:='0.95';  
Text:='1.05';  
fg.Enabled:=true;
```

itLF, uHasil, SysUtils, Forms;

itLFChild=class(TFormInputLF)

ad

pure ShowHasil;override;

out:TFormInputLFChild;

ation

iflow;

TFormInputLFChild.ShowHasil;

uHasil=nil then

hasil: TFormHasil.Create(Application);

```

asil.fgBus.Cells[0,0]:='Bus';
asil.fgBus.Cells[1,0]:='absV (pu)';
asil.fgBus.Cells[2,0]:='sudV (deg)';
asil.fgBus.Cells[7,0]:='Supr (pu)';
asil.fgBus.Cells[8,0]:='Type Bus';
asil.fgBranch.Cells[0,0]:='No';
asil.fgBranch.Cells[1,0]:='Dari';
asil.fgBranch.Cells[2,0]:='Ke';
asil.fgBranch.Cells[5,0]:='Arus re (A)';
asil.fgBranch.Cells[6,0]:='Arus im (A)';
asil.fgBranch.Cells[7,0]:='Dari';
asil.fgBranch.Cells[8,0]:='Ke';
asil.fgBranch.Cells[11,0]:='Arus re (A)';
asil.fgBranch.Cells[12,0]:='Arus im (A)';

```

```

asil.fgBus2.Cells[0,0]:='Bus';
asil.fgBus2.Cells[1,0]:='absV (pu)';
asil.fgBus2.Cells[2,0]:='sudV (deg)';
asil.fgBus2.Cells[7,0]:='Supr (pu)';
asil.fgBus2.Cells[8,0]:='Type Bus';
asil.fgBranch2.Cells[0,0]:='No';
asil.fgBranch2.Cells[1,0]:='Dari';
asil.fgBranch2.Cells[2,0]:='Ke';
asil.fgBranch2.Cells[5,0]:='Arus re (A)';
asil.fgBranch2.Cells[6,0]:='Arus im (A)';
asil.fgBranch2.Cells[7,0]:='Dari';
asil.fgBranch2.Cells[8,0]:='Ke';
asil.fgBranch2.Cells[11,0]:='Arus re (A)';
asil.fgBranch2.Cells[12,0]:='Arus im (A)';

```

aramLF.PKonst=1 then

```

hasil.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (W)';
hasil.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (VAR)';
hasil.fgBus.Cells[5,0]:='PL (W)';
hasil.fgBus.Cells[6,0]:='QL (VAR)';
hasil.fgBranch.Cells[3,0]:='P (W)';
hasil.fgBranch.Cells[4,0]:='Q (VAR)';
hasil.fgBranch.Cells[9,0]:='P (W)';
hasil.fgBranch.Cells[10,0]:='Q (VAR)';
hasil.lblGen.Caption:='VA';
hasil.lblLoad.Caption:='VA';
hasil.lblLoss.Caption:='VA';

```

```

asil.fgBus2.Cells[3,0]:='Pg (W)';
asil.fgBus2.Cells[4,0]:='Qg (VAR)';
asil.fgBus2.Cells[5,0]:='PL (W)';
asil.fgBus2.Cells[6,0]:='QL (VAR)';
asil.fgBranch2.Cells[3,0]:='P (W)';
asil.fgBranch2.Cells[4,0]:='Q (VAR)';
asil.fgBranch2.Cells[9,0]:='P (W)';
asil.fgBranch2.Cells[10,0]:='Q (VAR)';

```

```
lasi1.lblGen2.Caption:='VA';
lasi1.lblLoad2.Caption:='VA';
lasi1.lblLoss2.Caption:='VA';
```

```
if gParamLF.PKonst=1000 then
```

```
lasi1.fgBus.Cells[3,0]='Pg (kW)';
lasi1.fgBus.Cells[4,0]='Qg (kVAR)';
lasi1.fgBus.Cells[5,0]='PL (kW)';
lasi1.fgBus.Cells[6,0]='QL (kVAR)';
lasi1.fgBranch.Cells[3,0]='P (kW)';
lasi1.fgBranch.Cells[4,0]='Q (kVAR)';
lasi1.fgBranch.Cells[9,0]='P (kW)';
lasi1.fgBranch.Cells[10,0]='Q (kVAR)';
lasi1.lblGen.Caption:='kVA';
lasi1.lblLoad.Caption:='kVA';
lasi1.lblLoss.Caption:='kVA';
```

```
lasi1.fgBus2.Cells[3,0]='Pg (kW)';
lasi1.fgBus2.Cells[4,0]='Qg (kVAR)';
lasi1.fgBus2.Cells[5,0]='PL (kW)';
lasi1.fgBus2.Cells[6,0]='QL (kVAR)';
lasi1.fgBranch2.Cells[3,0]='P (kW)';
lasi1.fgBranch2.Cells[4,0]='Q (kVAR)';
lasi1.fgBranch2.Cells[9,0]='P (kW)';
lasi1.fgBranch2.Cells[10,0]='Q (kVAR)';
lasi1.lblGen2.Caption:='kVA';
lasi1.lblLoad2.Caption:='kVA';
lasi1.lblLoss2.Caption:='kVA';
```

```
if gParamLF.PKonst=100000 then
```

```
lasi1.fgBus.Cells[3,0]='Pg (MW)';
lasi1.fgBus.Cells[4,0]='Qg (MVAR)';
lasi1.fgBus.Cells[5,0]='PL (MW)';
lasi1.fgBus.Cells[6,0]='QL (MVAR)';
lasi1.fgBranch.Cells[3,0]='P (MW)';
lasi1.fgBranch.Cells[4,0]='Q (MVAR)';
lasi1.fgBranch.Cells[9,0]='P (MW)';
lasi1.fgBranch.Cells[10,0]='Q (MVAR)';
lasi1.lblGen.Caption:='MVA';
lasi1.lblLoad.Caption:='MVA';
lasi1.lblLoss.Caption:='MVA';
```

```
lasi1.fgBus2.Cells[3,0]='Pg (MW)';
lasi1.fgBus2.Cells[4,0]='Qg (MVAR)';
lasi1.fgBus2.Cells[5,0]='PL (MW)';
lasi1.fgBus2.Cells[6,0]='QL (MVAR)';
lasi1.fgBranch2.Cells[3,0]='P (MW)';
lasi1.fgBranch2.Cells[4,0]='Q (MVAR)';
lasi1.fgBranch2.Cells[9,0]='P (MW)';
lasi1.fgBranch2.Cells[10,0]='Q (MVAR)';
lasi1.lblGen2.Caption:='MVA';
lasi1.lblLoad2.Caption:='MVA';
lasi1.lblLoss2.Caption:='MVA';
```

```
il.fgBus.RowCount:=StrToInt(edtNbus.Text)+1;
il.fgBranch.RowCount:=StrToInt(edtNsal.Text)+1;
```

```
il.fgBus2.RowCount:=StrToInt(edtNbus.Text)+1;
il.fgBranch2.RowCount:=StrToInt(edtNsal.Text)+1;
```

```
il.ShowModal;
```

```
il.Free;
```

Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
ComCtrls, StdCtrls, ExtCtrls;

```
type Tfrm = class(TForm)
l: TPanel;
v: TButton;
m: TButton;
it: TButton;
sBar1: TStatusBar;
l2: TPanel;
Dialog1: TOpenDialog;
procedure btnExitClick(Sender: TObject);
procedure btnNewClick(Sender: TObject);
procedure btnOpenClick(Sender: TObject);
var
  declarations;
private
  declarations;
end;

TfrmMenu:
  Application
  TfrmInputLkChild, uComplex, uUtils, uLoadflow;
end;

TfrmMenu.btnExitClick(Sender: TObject);
Application.Terminate;

TfrmMenu.btnNewClick(Sender: TObject);

if Input=nil then
  Input:=TfrmInputLkChild.Create(Application);
  Output.Caption:='Input Data';
  Output.btnNext.Caption:='&Save';
  Output.ShowModal;

  Output.Free;

  TfrmMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);
  File, Nama:string;
  f:TextFile;
  p, d, r, k, Nbus, Nsal, Param, Ngcn, NCable:integer;
  psV, sudV, Pg, Qg, PL, QL, CapSal, Pmin, Pmax, Harga, Length:double;
  r, Tr, Tu, Su, VKonst, PKonst, Pbase, Vbase:double;
end;

Dialog1.Execute then
  File:=OpenDialog1.FileName;
  CopyFile(Output, NamaFile);
  f:=TextFile;
  f.WriteLine(Nbus);
  f.WriteLine(Nsal);
  f.WriteLine(Vbase);
  f.WriteLine(VKonst);
  f.WriteLine(Pbase);
  f.WriteLine(PKonst);
  f.WriteLine(Param);
  f.WriteLine(Vbase);
  f.WriteLine(VKonst);
```

```

ramLF.Pbase:=Pbase;
ramLF.PKonst:=PKonst;
Param=1 then
in
ParamLF.ParamBranch:=pbPu;

a if Param=2 then
in
ParamLF.ParamBranch:=pbOhm;
;
ramLF.MaxIterasi:=15;
ramLF.Toleransi:=0.0001;

minput:=TfrmInputLEChild.Create(Application);
minput.edtNbus.Text:=IntToStr(Nbus);
minput.edtNsal.Text:=IntToStr(Nsal);
minput.edtVbase.Text:=FloatToStr(Vbase);
if VKonst=1 then
agin
frmInput.cmbVKonst.Text:='V';
id
else if VKonst=1000 then
agin
frmInput.cmbVKonst.Text:='kV';
id
else if VKonst=1000000 then
agin
frmInput.cmbVKonst.Text:='MV';
id;
minput.edtPbase.Text:=FloatToStr(Pbase);
if PKonst=1 then
agin
frmInput.cmbPKonst.Text:='VA';
frmInput.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (W)';
frmInput.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (VAR)';
frmInput.fgBus.Cells[5,0]:='PL (W)';
frmInput.fgBus.Cells[6,0]:='QL (VAR)';
frmInput.fgBranch.Cells[9,0]:='Kap (VA)';
frmInput.fgBranch.Cells[10,0]:='P (W)';
frmInput.fgBranch.Cells[11,0]:='Q (VAR)';
frmInput.fgBranch.Cells[16,0]:='P (W)';
frmInput.fgBranch.Cells[17,0]:='Q (VAR)';
id
else if PKonst=1000 then
agin
frmInput.cmbPKonst.Text:='kVA';
frmInput.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (kW)';
frmInput.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (kVAR)';
frmInput.fgBus.Cells[5,0]:='PL (kW)';
frmInput.fgBus.Cells[6,0]:='QL (kVAR)';
frmInput.fgBranch.Cells[9,0]:='Kap (kVA)';
frmInput.fgBranch.Cells[10,0]:='P (kW)';
frmInput.fgBranch.Cells[11,0]:='Q (kVAR)';
frmInput.fgBranch.Cells[16,0]:='P (kW)';
frmInput.fgBranch.Cells[17,0]:='Q (kVAR)';
id
else if PKonst=1000000 then
agin
frmInput.cmbPKonst.Text:='MVA';
frmInput.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (MW)';
frmInput.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (MVAR)';
frmInput.fgBus.Cells[5,0]:='PL (MW)';
frmInput.fgBus.Cells[6,0]:='QL (MVAR)';
frmInput.fgBranch.Cells[9,0]:='Kap (MVA)';
frmInput.fgBranch.Cells[10,0]:='P (MW)';
frmInput.fgBranch.Cells[11,0]:='Q (MVAR)';
frmInput.fgBranch.Cells[16,0]:='P (MW)';
frmInput.fgBranch.Cells[17,0]:='Q (MVAR)';
id;
if param=1 then
agin
frmInput.cmbParam.Text:='pu';
frmInput.fgBranch.Cells[3,0]:='R (pu)';
frmInput.fgBranch.Cells[4,0]:='X (pu)';
frmInput.fgBranch.Cells[5,0]:='Lc (pu)';
frmInput.fgBus.Cells[7,0]:='Cap (pu)';
id

```

---

```

else if param='/' then
begin
frmInput.cmbParam.Text:='ohm';
frmInput.fgBranch.Cells[3,0]:='R (ohm)';
frmInput.fgBranch.Cells[4,0]:='X (ohm)';
frmInput.fgBranch.Cells[5,0]:='Lc (ohm)';
frmInput.fgBus.Cells[7,0]:='Cap (ohm)';
end;
stLength(gBus,Nbus);
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
Readln(output,absV,sudV,Pg,Qg,PL,QL,Cap,Typ);
gBus[i].absV:=absV;
qBus[i].sudV:=sudV;
gBus[i].Pgen:=Pg;
qBus[i].Qgen:=Qg;
gBus[i].PL:=PL;
qBus[i].QL:=QL;
qBus[i].Cap:=Cap;
qBus[i].typeBus:=Typ;
frmInput.fgBus.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
frmInput.fgBus.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(absV);
frmInput.fgBus.Cells[2,i+1]:=FloatToStr(sudV);
frmInput.fgBus.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(Pg);
frmInput.fgBus.Cells[4,i+1]:=FloatToStr(Qg);
frmInput.fgBus.Cells[5,i+1]:=FloatToStr(PL);
frmInput.fgBus.Cells[6,i+1]:=FloatToStr(QL);
frmInput.fgBus.Cells[7,i+1]:=FloatToStr(Cap);
frmInput.fgBus.Cells[8,i+1]:=IntToStr(typ);
end;
stLength(qBranch,Nsal);
for i:=0 to Nsal-1 do
begin
Readln(output,dari,ke,R,X,Lc,Tr,Tu,Su,CapSal);
qBranch[i].dari:=dari;
qBranch[i].ke:=ke;
qBranch[i].R:=R;
qBranch[i].X:=X;
qBranch[i].Lc:=Lc;
qBranch[i].Tr:=Tr;
qBranch[i].Tu:=Tu;
qBranch[i].Su:=Su;
qBranch[i].CapSal:=CapSal;
frmInput.fgBranch.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
frmInput.fgBranch.Cells[1,i+1]:=IntToStr(dari);
frmInput.fgBranch.Cells[2,i+1]:=IntToStr(ke);
frmInput.fgBranch.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(R);
frmInput.fgBranch.Cells[4,i+1]:=FloatToStr(X);
frmInput.fgBranch.Cells[5,i+1]:=FloatToStr(Lc);
frmInput.fgBranch.Cells[6,i+1]:=FloatToStr(Tr);
frmInput.fgBranch.Cells[7,i+1]:=FloatToStr(Tu);
frmInput.fgBranch.Cells[8,i+1]:=FloatToStr(Su);
frmInput.fgBranch.Cells[9,i+1]:=FloatToStr(CapSal);
end;
stLength(gGen,Ngen);
if Ngen>0 then
begin
frmInput.fgGen.RowCount:=Ngen+1;
SetLength(qGenLF,Ngen);
for i:=0 to Ngen-1 do
begin
Readln(output,dari,R,X,Lc,Tr,Tu,Su,CapSal,Pmin,Pmax);
qGenLF[i].bus:=dari;
qGenLF[i].Qmin:=R;
qGenLF[i].Qmax:=-X;
qGenLF[i].a2:=Lc;
qGenLF[i].a1:=Tr;
qGenLF[i].a0:=Tu;
qGenLF[i].FixCost:=Su;
qGenLF[i].VarCost:=CapSal;
qGenLF[i].Pmin:=Pmin;
qGenLF[i].Pmax:=Pmax;
frmInput.fgGen.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
frmInput.fgGen.Cells[1,i+1]:=IntToStr(qGenLF[i].bus);
frmInput.fgGen.Cells[2,i+1]:=RealToStr(qGenLF[i].Qmin,2);
frmInput.fgGen.Cells[3,i+1]:=RealToStr(qGenLF[i].Qmax,2);
frmInput.fgGen.Cells[4,i+1]:=RealToStr(qGenLF[i].a2,5);
end;
end;

```

---



```
frmInput.fgGen.Cells[5,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].a1,5);
frmInput.fgGen.Cells[6,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].a0,5);
frmInput.fgGen.Cells[7,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].FixCost,2);
frmInput.fgGen.Cells[8,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].VarCost,2);
frmInput.fgGen.Cells[9,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Pmin,2);
frmInput.fgGen.Cells[10,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Pmax,2);
end;
ad
lse
begin
frmInput.fgGen.RowCount:=7;
ad;
loseFile(output);
mInput.Caption:='Tampilan Data';
mInput.btnNext.Caption:='&Next';
mInput.ShowModal;
ally
mInput.Free;
;

yeDlg('File Corrupt atau Error Program!',mtWarning,mbOK,0);
```

```

etic;

is, uRandom, uFitness, uMasih, uVarGenetic;

n1=record
:bArr1;
ss:double;

1=array of TIndiBin1;

n2=record
:bArr2;
ss:double;

2=array of TIndiBin2;

ant=(npStandart,npReplikasi,npElitism);
oss=(crOne,crTwo,crMulti);

3 class

en, FPopSize, FLength:integer;
ion getMin:dArr1;
ion getAvg:dArr1;
ion getMax:dArr1;
ed
FAvg, FMax:dArr1;
:FAvg1, FMax1, FSumFitness:double;
m:TRandomu;

ructor Create(const rMaxGen, rPopSize, rLength:integer);
ructor Destroy;override;
cty MaxGen:integer read FMaxgen write FMaxGen;
cty PopSize:integer read FPopSize write FPopSize;
cty Length:integer read FLength write FLength;
cty Min:dArr1 read getMin;
cty Avg:dArr1 read getAvg;
cty Max:dArr1 read getMax;

=class(TGenetic)
ss, FPMutasi, FPFliip, FKa:double;
ed
arent:TNewParent;
rCross:TTypeCross;
ion Mutasi(const rAllele:boolean):boolean;

ructor Create(const rMaxGen, rPopSize, rLength:integer;
const rPCross, rPMutasi, rPFliip, rKa:double;
const rNewParent:TNewParent;
const rTypeCross:TTypeCross);
rty PCross:double read FPCross write FPCross;
rty PMutasi:double read FPMutasi write FPMutasi;
rty PFliip:double read FPFliip write FPFliip;
rty KAdouble read FKa write FKa;

=class(TGenBin)
vinteger;
it, rChild:TPopBin2;
ndi:TIndiBin2;
.on getIndividu(const rIndi:TIndiBin2):TIndiBin2;
.ture SwapIndi(var rIndi1, rIndi2:TIndiBin2);
.on getBestIndi:TIndiBin2;
.ture InItParent;
.ture Statistik;
.on Seleksi:integer;
.ture Crossover(const rParent1, rParent2:bArr1;
var rChild1, rChild2:bArr2);
.ture Generasi;

```

---

```

pure FindNewParent;
pure dbHitung;
ion getBestChrom:bArr2;

uctor Create(const rMaxGen, rPopSize, rLength, rParam:integer;
             const rPCross, rPMutasi, rPFlip, rKa:double;
             const rNewParent:TNewParent;
             const rTypeCross:TTypeCross);
rtty Param:integer read FParam write FParam;
rtty BestChrom:bArr2 read getBestChrom;

```

```

class (TGenBin)

:byte;
at, FChild:TPopCap;
Indi:TIndiCap;
ion getAllele(const rAllele:TAlleleCap):TAlleleCap;
ion MutasiCap(const rAllele:TAlleleCap):TAlleleCap;
ion getIndividu(const rIndi:TIndiCap):TIndiCap;
pure SwapIndi(var rIndi1, rIndi2:TIndiCap);
ion getBestIndi:TIndiCap;
pure InitParent;
pure Statistik;
ion Seleksi:integer;
pure Crossover(const rParent1, rParent2:TChromCap;
              var rChild1, rChild2:TChromCap);
pure Generasi;
pure FindNewParent;
pure dbHitung;
ion getBestChrom:TChromCap;

uctor Create(const rNCap:byte;
             const rMaxGen, rPopSize, rLength:integer;
             const rPCross, rPMutasi, rPFlip, rKa:double;
             const rNewParent:TNewParent;
             const rTypeCross:TTypeCross);
rtty BestChrom:TChromCap read getBestChrom;

```

```

ation

/
ctor
or TGenetic.Create(const rMaxGen, rPopSize, rLength:integer);

```

```

ad Create;
:=rMaxGen;
:=rPopSize;
:=rLength;
ch(FMin, FMaxGen);
ch(FAvg, FMaxGen);
ch(FMax, FMaxGen);
:=TRandomu.Create;

```

```

for
o TGenetic.Destroy;

```

```

m.Free;

```

```

ited Destroy;

```

```

assing
TGenetic.getMin:dArr1;
get;

```

```

in(result, FMaxGen);
o to FMaxGen-1 do

```

```

o :=FMin[i];

```

---

```

TGenBin.getAvg:dArr;
eger;

th(result, FMaxGen);
0 to FMaxGen-1 do

L[i]:=FAvg[i]);

TGenBin.getMax:dArr;
eger;

th(result, FMaxGen);
0 to FMaxGen-1 do

L[i]:=FMax[i]);

}

ctor
or TGenBin.Create(const rMaxGen, rPopSize, rLength:integer;
const rPCross, rPMutasi, rPFlip, rKa:double;
const rNewParent:TNewParent;
const rTypeCross:TTypeCross);

ad Create(rMaxGen, rPopSize, rLength);
:=rPCross;
:=rPMutasi;
:=rPFlip;
:=rNewParent;
:=rTypeCross;

TGenBin.Mutasi(const rAllele:boolean):boolean;

om.NextBoolean(FPMutasi)~true then

:=not rAllele;

:=rAllele;

}

or TGenBin2.Create(const rMaxGen, rPopSize, rLength, rParam:integer;
const rPCross, rPMutasi, rPFlip, rKa:double;
const rNewParent:TNewParent;
const rTypeCross:TTypeCross);

ad Create(rMaxGen, rPopSize, rLength, rPCross, rPMutasi, rPFlip,
rKa, rNewParent, rTypeCross);
:=rParam;

processing
TGenBin2.getIndividu(const rindi:TIndiBin2):TIndiBin2;
integer;

th(result, chrom, FParam, Length);
1 to FParam-1 do

:=0 to Length-1 do

it.chrom[i, j]:=rindi.chrom[i, j];

fitness:=rindi.fitness;

TGenBin2.SwapIndi(var rIndi1, rIndi2:TIndiBin2);

```

---

```

IndiBin2:
TIndividu(rIndi1);
=getIndividu(rIndi2);
=getIndividu(tmp);

'GenBin2.getBestIndi:TIndiBin2;
eger;

=getIndividu(PParent[0]);
) to PopSize-1 do

suit.fitness<FParent[i].fitness then

ait:=getIndividu(FParent[i]);

TGenBin2.InitParent;
:integer;

th(FParent,PopSize);
th(FChild,PopSize);
) to PopSize-1 do

ngth(FParent[i].chrom,PParam,Length);
ngth(FChild[i].chrom,PParam,Length);
:=0 to PParam-1 do

k:=0 to Length-1 do
in
Parent[i].chrom[j,k]: FRandom.NextBoolean(PE[i,p]);
;

my fitness parent
n[i].fitness:=gFitness.calculateFitness(FParent[i].chrom);

TGenBin2.Statistik;
eger;

FParent[0].fitness;
FParent[0].fitness;
ness:=FParent[0].fitness;
) to PopSize-1 do

in>FParent[i].fitness then

fi:=FParent[i].fitness;

axi<FParent[i].fitness then

di:=FParent[i].fitness;

itness:=FSumFitness+FParent[i].fitness;

FSumFitness/PopSize;

GenBin2.Seleksi:integer;
partsum:double;
:eger;

=0;

Random.NextDouble*FSumFitness;

;
m:=partsum+FParent[i-1].fitness;
partsum>rand) or (i=PopSize);
i-1;

TGenBin2.Crossover(const rParent1,rParent2:bArr2;

```

---

```

var rChild1, rChild2: GAFFZ;
pos1, pos2, sum, sumChrom: Integer;

dom.NextBoolean(FPCross)=True then

typeCross=crOne then

Chrom:=FParam*Length;
l:=FRandom.NextInt(0, sumChrom-2);
:=0;
i:=0 to FParam-1 do
in
or j:=0 to Length-1 do
egin
if sum<=pos1 then
begin
rChild1[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
rChild2[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);
end
else
begin
rChild1[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);
rChild2[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
end;
inc(sum);
nd;
;

if FTypeCross=crTwo then

Chrom:=FParam*Length;
l:=FRandom.NextInt(0, sumChrom-2);
eat
pos2:=FRandom.NextInt(0, sumChrom-2);
il pos2<>pos1;
pos1>pos2 then
in
wap(pos1, pos2);
;
:=0;
i:=0 to FParam-1 do
in
or j:=0 to Length-1 do
egin
if sum<=pos1 then
begin
rChild1[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
rChild2[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);
end
else if (sum>pos1) and (sum<=pos2) then
begin
rChild1[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);
rChild2[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
end
else
begin
rChild1[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
rChild2[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);
end;
inc(sum);
nd;
;

i:=0 to FParam-1 do
in
or j:=0 to Length-1 do
egin
if FRandom.NextBoolean(0.5)=true then
begin
rChild1[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
rChild2[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);
end
else
begin
rChild1[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);

```

---

```

rChild2[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
end;
nd;
;

:=0 to FParam-1 do

  :=0 to length-1 do
  in
  Child1[i, j]:=Mutasi(rParent1[i, j]);
  Child2[i, j]:=Mutasi(rParent2[i, j]);
  ;

  TGenBin2.Generasi;
  m1,mate2:integer;

  :=Seleksi;
  :=Seleksi;
  over (FParent[mate1].chrom, FParent[mate2].chrom,
        FChild[i].chrom, FChild[i+1].chrom);
  i[i].fitness:=qFitness.doHitungFitness(FChild[i].chrom);
  i[i+1].fitness:=qFitness.doHitungFitness(FChild[i+1].chrom);
  ;
  :=PopSize;

  TGenBin2.FindNewParent;
  ite:integer;
  :=TPopBin2;

  Parent=opStandart then

  :=0 to PopSize-1 do

  Parent[i]:=getIndividu(FChild[i]);

  FNewParent=opReplikasi then

  iqth(tmpPop, PopSize);
  :=0 to PopSize-1 do

  saat
  ite:=FRandom.NextInt(0, PopSize-1);
  if mate<>1;
  FChild[i].fitness>FParent[mate].fitness then
  in
  opPop[i]:=getIndividu(FChild[i]);
  ;
  in
  opPop[i]:=getIndividu(FParent[mate]);
  ;

  :=0 to PopSize-1 do

  Parent[i]:=getIndividu(tmpPop[i]);

  iqth(tmpPop, 2*PopSize);
  :=0 to PopSize-1 do

  op[i]:=getIndividu(FParent[i]);
  op[i+PopSize]:=getIndividu(FChild[i]);

  :=0 to 2*PopSize-2 do

```

---

```

j:=i to 2*PopSize-1 do
in
f tmpPop[i].fitness<tmpPop[j].fitness then
egin
SwapIndi(tmpPop[i],tmpPop[j]);
nd;
;

:=0 to PopSize-1 do

rect[i]:=getIndividu(tmpPop[i]);

TGenBin2.dofitting;
eger;
ti:TIndiBin2;

eni;
ik;
ii:=getBestIndi;

asi;
awParent;
stik;
si:=getBestIndi;
stIndi.fitness<tmpIndi.fitness then

stIndi:=getIndividu(tmpIndi);

i]:=FMin1;
i]: FAvgl;
i]:=FMax1;
nil.poGen.StepBy(1);
;
>=MaxGen;

PGenBin2.getBestChrom:BArr2;
iLeger;

;
;h(result,FParam,Length);
; to FParam-1 do

:=0 to Length-1 do

lit[i,j]:=FBestIndi.chrom[i,j];

-----

;

or TConCap.Create(const rNCap:byte;
const rMaxGen,rPopSize,rLength:integer;
const rFCross,rPMutasi,rPFlip,rKa:double;
const rNewParent:TNewParent;
const rTypeCross:TTypeCross);

ad Create(rMaxGen,rPopSize,rLength,rFCross,rPMutasi,rPFlip,
rKa,rNewParent,rTypeCross);
rNCap;

accessing
TConCap.getAllele(const rAllele:TAlleleCap):TAlleleCap;

rtatus:=rAllele.status;
rapiLow:=rAllele.capLow;
rapiMed:=rAllele.capMed;
rapiHigh:=rAllele.capHigh;

```

---



```

GenCap, MutasiCap) const rAllele: rAlleleCap; rAlleleCap;
ap, dx: integer;

dom.NextBoolean(FMutasi) = true then

random.NextInt(0, 4);
=1 then

rIt.status:=not rAllele.status;
rIt.capLow:=rAllele.capLow;
rIt.capMed:=rAllele.capMed;
rIt.capHigh:=rAllele.capHigh;

if ia=2 then

rIt.status:=rAllele.status;
if Random.NextBoolean(0.5)=true then
in
Cap:=FNCap-rAllele.capLow;
i:=FRandom.NextInt(0, dCap);
result.capLow:=rAllele.capLow+dx;

=
in
Cap:=rAllele.capLow-1;
i:=FRandom.NextInt(0, dCap);
result.capLow:=rAllele.capLow-dx;
;
rIt.capMed:=rAllele.capMed;
rIt.capHigh:=rAllele.capHigh;

if ia=3 then

rIt.status:=rAllele.status;
rIt.capLow:=rAllele.capLow;
if Random.NextBoolean(0.5)=true then
in
Cap:=FNCap-rAllele.capMed;
i:=FRandom.NextInt(0, dCap);
result.capMed:=rAllele.capMed+dx;

=
in
Cap:=rAllele.capMed-1;
i:=FRandom.NextInt(0, dCap);
result.capMed:=rAllele.capMed-dx;
;
rIt.capHigh:=rAllele.capHigh;

rIt.status:=rAllele.status;
rIt.capLow:=rAllele.capLow;
rIt.capMed:=rAllele.capMed;
if Random.NextBoolean(0.5)=true then
in
Cap:=FNCap-rAllele.capHigh;
i:=FRandom.NextInt(0, dCap);
result.capHigh:=rAllele.capHigh+dx;

=
in
Cap:=rAllele.capMed-1;
i:=FRandom.NextInt(0, dCap);
result.capHigh:=rAllele.capHigh-dx;
;

rIt.status:=rAllele.status;
rIt.capLow:=rAllele.capLow;
rIt.capMed:=rAllele.capMed;
rIt.capHigh:=rAllele.capHigh;

```

---

```

TGenCap.getIndividu(const rIndi:TIndiCap):TIndiCap;
eger;

th(result,chrom,Length);
) to Length-1 do

L.chrom[i]:=getAllele(rIndi.chrom[i]);

Fitness:=rIndi.fitness;

TGenCap.SwapIndi(var rIndi1,rIndi2:TIndiCap);
IndiCap;

.Individu(rIndi1);
.getIndividu(rIndi2);
.getIndividu(lmp);

TGenCap.getBestIndi:TIndiCap;
iger;

getIndividu(FParent[0]);
) to PopSize-1 do

ult.fitness<FParent[i].fitness then

ll:=getIndividu(FParent[i]);

TGenCap.InitParent;
eger;

h(FParent,PopSize);
h(FChild,PopSize);
) to PopSize-1 do

geth(FParent[i].chrom,Length);
geth(FChild[i].chrom,Length);
:=0 to Length-1 do

rent[i].chrom[j].status:=FRandom.NextBoolean(FFlip);
rent[i].chrom[j].capLow:=FRandom.NextInt(1,FNCap);
rent[i].chrom[j].capMed:=FRandom.NextInt(1,FNCap);
rent[i].chrom[j].capHigh:=FRandom.NextInt(1,FNCap);

my fitness parent
it[i].fitness:=gFitness,doAllungFitness(FParent[i].chrom);

TGenCap.Statistik;
eger;

Parent[0].fitness;
Parent[0].fitness;
less:=FParent[0].fitness;
) to PopSize-1 do

nl>FParent[n].fitness then

d:=FParent[n].fitness;

xl<FParent[i].fitness then

l:=FParent[i].fitness;

tness:=FSumFitness+FParent[i].fitness;

SumFitness/PopSize;

GenCap.Seleksi:integer;
artsum:double;
iger;

```

---

```

:=0;
Random.NextDouble*PSumFitness;

G
um:=partsum-PParent[3i-1].Fitness;
partsum>rand) or (i=PopSize);
i=i-1;

TGenCap.Crossover(const rParent1,rParent2:TChromCap;
var rChild1,rChild2:TChromCap;
.,pos2:integer;

com.NextBoolean(PPCross)=true then

TypeCross=crOne then

i:=FRandom.NextInt(1,Length-1);
i:=0 to pos1-1 do
.n
Child1[i]:=getAllele(rParent1[i]);
Child2[i]:=getAllele(rParent2[i]);

i:=pos1 to Length-1 do
.n
Child1[i]:=getAllele(rParent2[i]);
Child2[i]:=getAllele(rParent1[i]);

f FTypeCross=crTwo then

i:=FRandom.NextInt(1,Length-1);
iat
pos2:=FRandom.NextInt(1,Length-1);
l pos2<>pos1;
pos2<pos1 then
.n
cap(pos1,pos2);

i:=0 to pos1-1 do
.n
Child1[i]:=getAllele(rParent1[i]);
Child2[i]:=getAllele(rParent2[i]);

i:=pos1 to pos2-1 do
.n
Child1[i]:=-getAllele(rParent2[i]);
Child2[i]:=-getAllele(rParent1[i]);

i:=pos2 to Length-1 do
.n
Child1[i]:=-getAllele(rParent1[i]);
Child2[i]:=getAllele(rParent2[i]);

i:=0 to Length-1 do
.n
? FRandom.NextBoolean(0.5)=true then
gin
rChild1[i]:=getAllele(rParent1[i]);
rChild2[i]:=getAllele(rParent2[i]);
id
.se
gin
rChild1[i]:=getAllele(rParent2[i]);
rChild2[i]:=-getAllele(rParent1[i]);
id;

i:=0 to Length-1 do

```

---

```
id1[i]:=getAllele(rParent1[i]);
id2[i]:=getAllele(rParent2[i]);
```

```
) to length-1 do
```

```
id1[i]:=MutasiCap(rChild1[i]);
id2[i]:=MutasiCap(rChild2[i]);
```

```
TGenCap.Generasi;
el,mate2:integer;
```

```
:=Seleksi;
:=Seleksi;
over(FParent[mate1].chrom,FParent[mate2].chrom,
    FChild[i].chrom,FChild[i+1].chrom);
i[i].fitness:=gFitness.doHitungFitness(FChild[i].chrom);
i[i+1].fitness:=gFitness.doHitungFitness(FChild[i+1].chrom);
};
*-PopSize;
```

```
TGenCap.FindNewParent;
ite:integer;
*:PopCap;
```

```
Parent=npStandard then
```

```
=0 to PopSize-1 do
```

```
Parent[i]:=getIndividu(FChild[i]);
```

```
FNewParent=npReplikasi then
```

```
geth(tmpPop,PopSize);
=0 to PopSize-1 do
```

```
mat
ite:=FRandom.NextInt(0,PopSize-1);
if mate<>0;
FChild[i].fitness>FParent[mate].fitness then
```

```
.n
tmpPop[i]:=getIndividu(FChild[i]);
```

```
.n
tmpPop[i]:=getIndividu(FParent[mate]);
```

```
=0 to PopSize-1 do
```

```
Parent[i]:=getIndividu(tmpPop[i]);
```

```
geth(tmpPop,2*PopSize);
=0 to PopSize-1 do
```

```
tmpPop[i]:=getIndividu(FParent[i]);
tmpPop[i+PopSize]:=getIndividu(FChild[i]);
```

```
=0 to 2*PopSize-2 do
```

```
j:=i to 2*PopSize-1 do
```

```
.n
if tmpPop[i].fitness<tmpPop[j].fitness then
```

```
begin
SwapIndi(tmpPop[i],tmpPop[j]);
```

```
end;
```

---

```

i:=0 to PopSize-1 do
  tent[i]:=getIndividu(tmpPop[i]);

  TGenCap.doFitung;
  rger;
  ii:TIndiCap;

  r0L;
  rK;
  fi:=getBestIndi;

  isL;
  rwParent;
  rtk;
  ri:=getBestIndi;
  rstIndi.fitness<tmpIndi.fitness then

  rtiIndi:=getIndividu(tmpIndi);

  rj:=FMini;
  rli:=FAvgI;
  rmi:=FMaxI;
  riL.pbGen.StepBy(1);
  ;
  r=MaxGen;

  TGenCap.getBestChrom:TChromCap;
  rger;

  ;
  rh(result,length);
  i to Length-1 do

  rli:=getAllele(rBestIndi.chrom[i]);

```

ness;

is, uLoadflow, uNewtonRaphson, uComplex, uVarGenetic;

**class**

```
tCap, fCapBank, fType, fTlow, fTmed, fTpeak, fJmlCapBank, fYear: integer;  
, fSmed, fSpeak, fKeLow, fKeMed, fKePeak, fLandaV, fLandaS: double;  
Cap, fCapInstall, fPO: double;  
sV: TBatas;  
sChrom: TBatasArr1;  
ion getmif1(const rimin, rimax, rX: double): double;  
ion getmif2(const rimin, rf02, rimax, rX: double): double;  
ion getmNCap(const rNCap: integer): double;  
ion FindMax(const rValue1, rValue2, rValue3: double): double;  
ion FindMin(const rValue1, rValue2, rValue3: double): double;  
ion FindBatasChromFixed: TBatasArr1;  
ion FindBatasChromMixed: TBatasArr1;  
iure DecodeChromToLFData(const rChrom: bArr2;  
    var rLBusLow, rLBusMed, rLBusPeak: TBusArr1;  
    var rCap: dArr2); overload;  
iure DecodeChromToLFData(const rChrom: TChromCap;  
    var rLBusLow, rLBusMed, rLBusPeak: TBusArr1;  
    var rCap: dArr2); overload;  
ion doHitungCostCap(const rCap: dArr2): double;  
ion doHitungPloss(const rPlossLow, rPlossMed, rPlossPeak: double): double;  
ion doHitungPinV(const rLBus: TBusArr1): double;  
ion doHitungMaxdV(const rLBus: TBusArr1): double;  
ion doHitungMaxdS(const rLBranch: TBranchArr1): double;  
ion doHitungPinS(const rLBranch: TBranchArr1): double;  
ion getParamChrom: integer;
```

```
uctor Create(const rCountCap, rCapBank, rType, rTlow,  
    rTmed, rTpeak, rJmlCapBank, rYear: integer;  
    const rSlow, rSmed, rSpeak, rKeLow, rKeMed, rKePeak,  
    rCostCap, rCapInstall: double;  
    const sBatasV: TBatas);  
ion doHitungFitness(const rChrom: bArr2): double; overload;  
ion doHitungFitness(const rChrom: TChromCap): double; overload;  
iure doHitungAkhir(const rChrom: bArr2;  
    var rLBus: TBusArr1;  
    var rCap: dArr2;  
    var rCost: double); overload;  
iure doHitungAkhir(const rChrom: TChromCap;  
    var rLBus: TBusArr1;  
    var rCap: dArr2;  
    var rCost: double); overload;  
ion doHitungAwal(const rLBus: TBusArr1): double;  
ty Param: integer read getParamChrom;
```

as: TFitness;

ation

```
ctor  
or TFitness.Create(const rCountCap, rCapBank, rType, rTlow,  
    rTmed, rTpeak, rJmlCapBank, rYear: integer;  
    const rSlow, rSmed, rSpeak, rKeLow, rKeMed, rKePeak,  
    rCostCap, rCapInstall: double;  
    const sBatasV: TBatas);
```

```
id Create;  
ip:=rCountCap;  
i:=rCapBank;  
iType;  
iTlow;  
iTmed;  
iTpeak;  
iBank:=rJmlCapBank;  
iYear;  
iSlow;  
iSmed;  
iSpeak;
```

---

```

:=rKeLow;
:=rKeMed;
:=rKePeak;
p:=rCostCap;
tall:=rCapInstall;
:=1000;
:=1000;
.min:=rBatasV.min;
.max:=rBatasV.max;
e=1 then

sChrom:=FindBatasChromFixed;

sChrom:=FindBatasChromMixed;

hitungAwal(gBus);

processing
PFitness.getmtf1(const rmin, rmax, rX:double):double;
min then
:=1;
(rX>rmin) and (rX<=rmax) then
:=-(rmax-rX)/(rmax-rmin);

:=0;

PFitness.getmtf2(const rmin, rf02, rmax, rX:double):double;
min then
:=1;
(rX>=rmin) and (rX<rf02) then
:=-(rf02-rX)/(rf02-rmin);
(rX>rf02) and (rX<=rmax) then
:=-(rmax-rX)/(rmax-rf02);

:=0;

PFitness.getmfnCap(const rNCap:integer):double;
1;
>FCountCap then
:=exp(-4*rNCap/FCountCap);

PFitness.findMax(const rValue1, rValue2, rValue3:double):double;
rValue1;
t>rValue2 then result:=rValue2;
t>rValue3 then result:=rValue3;

PFitness.findMin(const rValue1, rValue2, rValue3:double):double;
rValue1;
t>rValue2 then result:=rValue2;

```

---

```
<?xml:space="preserve" result:=rvalue3;
```

```
TFitness.FindBatasChromFixed:TBatasArr1;  
gth,Nbus:integer;
```

```
lgn(gBus)+1;  
=2*FCountCap;  
lh(result,length);  
0 to length-1 do
```

```
  mod 2)=0 then  
  
  ilt[i].min:-0;  
  ilt[i].max:-Nbus-1;
```

```
  ilt[i].min:=1;  
  ilt[i].max:-FJmlCapBank;
```

```
TFitness.FindBatasChromMixed:TBatasArr1;  
gth,Nbus:integer;
```

```
lgn(gBus) 1;  
=4*FCountCap;  
lh(result,length);  
0 to length-1 do
```

```
  mod 4)=0 then  
  
  ilt[i].min:=0;  
  ilt[i].max:=Nbus-1;
```

```
  ilt[i].min:=1;  
  ilt[i].max:=FJmlCapBank;
```

```
TFitness.DecodeChromToLFData(const rChrom:bArr2;  
var rLBusLow,rLBusMed,rLBusPeak:TBUSArr1;  
var rCap:dArr2);  
),ia,ca,length:integer;  
float,param:dArr2;  
ip:dArr1;  
olean;
```

```
  gn(gBus)-1;  
  lh(rLBusLow,rows);  
  lh(rLBusMed,rows);  
  lh(rLBusPeak,rows);  
  // data loadflow to local data function  
  0 to rows-1 do
```

```
  low[i].absV:=gBus[i].absV;  
  low[i].sudV:=gBus[i].sudV;  
  low[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;  
  low[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;  
  low[i].PL:=FSlow*gBus[i].PL;  
  low[i].QL:=FSlow*gBus[i].QL;  
  low[i].Cap:=gBus[i].Cap;  
  low[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;  
  med[i].absV:=gBus[i].absV;  
  med[i].sudV:=gBus[i].sudV;  
  med[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;  
  med[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;  
  med[i].PL:=FSmed*gBus[i].PL;  
  med[i].QL:=FSmed*gBus[i].QL;  
  med[i].Cap:=gBus[i].Cap;  
  med[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;  
  peak[i].absV:=gBus[i].absV;
```

---



```

Peak[i].slov:=gBus[i].slov;
Peak[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;
Peak[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;
Peak[i].PL:=FSpeak*gBus[i].PL;
Peak[i].QL:=FSpeak*gBus[i].QL;
Peak[i].Cap:=gBus[i].Cap;
Peak[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;

e data biner chromosome ke bilangan real antara 0 - 1
dat:=DecodeBinToFloat2BaseC(rChrom);
lgh(chromFloat):1;
rh(param,rows);
e data bilangan real antara 0 - 1 ke bilangan sesungguhnya
0 to rows-1 do

[i]:=getBatasToReal(chromFloat[i],PBatasChrom[i].min,
+BasasChrom[i].max);

kan type Fixed atau Mixed
s=1 then //jika type Fixed

ods param ke data pembebanan loadflow
r:=rows div 2;
lgh(rCap,length,5);
/
/
:=0 to rows-1 do

(i mod 2)=0 then
in
a:=round(param[i]);
w(ca);
Cap[ca,0]:=ia;

e
in
BusLow[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
BusMed[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
BusPeak[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
Cap[ca,1]:=-rBusLow[ia].Qgen;
Cap[ca,2]:=-rBusMed[ia].Qgen;
Cap[ca,3]:=-rBusPeak[ia].Qgen;
/

lgh('TypeCap,length);
:=0 to length-1 do

eCap[i]:=1;
o(i,4):=1;

jika type Mixed

ods param ke data pembebanan loadflow
r:=rows div 4;
lgh(rCap,length,5);
/
:=0 to rows-1 do

(i mod 4)=0 then
.n
a:=round(param[i]);
w(ca);
Cap[ca,0]:=ia;

e if (i mod 4)=1 then
.n
BusLow[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
Cap[ca,1]:=-rBusLow[ia].Qgen;

e if (i mod 4)=2 then
.n
BusMed[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
Cap[ca,2]:=-rBusMed[ia].Qgen;

e if (i mod 4)=3 then

```

---

```

in
rBusPeak[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
Cap[ca,3]:=rLBusPeak[ia].Qgen;
;

i type capacitor jika Fixed 1 jika Switch-2
Fixed jika Qgen pada rBusLow,rBusMed,rBusPeak sama
nglh(TypeCap,length);
:=0 to high(rCap) do

:=false;
(rCap[i,1]=rCap[i,2]) and (rCap[i,1]=rCap[i,3]) then
in
ek:=true;
;
cek true then
in
ypeCap[i]:=1;
Cap[i,4]:=1;

=
in
ypeCap[i]:=2;
Cap[i,4]:=2;
;

```

```

Fitness.DecodeChromToLFData(const rChrom:TChromCap;
var rLBusLow,rLBusMed,rLBusPeak:TBusArr1;
var rCap:dArr2);
i,sa:integer;

ign(gBus)-1;
ch(rLBusLow,rows);
ch(rLBusMed,rows);
ch(rLBusPeak,rows);
all data loadflow to local data function
) to rows-1 do

low[i].absV:=gBus[i].absV;
low[i].sudV:=gBus[i].sudV;
low[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;
low[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;
low[i].PL:=FSlow*gBus[i].PL;
low[i].QL:=FSlow*gBus[i].QL;
low[i].Cap:=gBus[i].Cap;
low[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;
med[i].absV:=gBus[i].absV;
med[i].sudV:=gBus[i].sudV;
med[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;
med[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;
med[i].PL:=FSmed*gBus[i].PL;
med[i].QL:=FSmed*gBus[i].QL;
med[i].Cap:=gBus[i].Cap;
med[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;
Peak[i].absV:=gBus[i].absV;
Peak[i].sudV:=gBus[i].sudV;
Peak[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;
Peak[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;
Peak[i].PL:=FSpeak*gBus[i].PL;
Peak[i].QL:=FSpeak*gBus[i].QL;
Peak[i].Cap:=gBus[i].Cap;
Peak[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;

) to rows-1 do

from[i].status=true then

isLow[i].Qgen:=rChrom[i].capLow*FCapBank;
isMed[i].Qgen:=rChrom[i].capMed*FCapBank;
isPeak[i].Qgen:=rChrom[i].capHigh*FCapBank;
sa);

```

---

```

rH(rCap,sa,5);
0 to rows-1 do
from[i].status=true then

p[sa,0]:=1;
p[sa,1]:=rChrom[i].capLow*FCapBank;
p[sa,2]:=rChrom[i].capMed*FCapBank;
p[sa,3]:=rChrom[i].capHigh*FCapBank;
(rCap[sa,1]=rCap[sa,2]) and (rCap[sa,1]=rCap[sa,3]) then
in
Cap[sa,4]:=1;

a
in
Cap[sa,4]:=2;
;
{sa};

FFitness.doHitungCostCap(const rCap:dArr2):double;
p:integer;
ouble;

ign(rCap)+1;
=0;
0 to Ncap-1 do

F:=rMax({rCap[i,1],rCap[i,2],rCap[i,3]});
t:=result+1/FYear*(round(Cap/FCapBank)*FCostCap+FCapInstall);

FFitness.doHitungPloss(const rPlossLow,rPlossMed,rPlossPeak:double):double;
=0;
=result+FKeLow*FTLow*rPlossLow;
=result+FKeMed*FTMed*rPlossMed;
=result+FKePeak*FTPeak*rPlossPeak;

FFitness.doHitungPinV(const rLBus:TBusArr1):double;
n:integer;

ign(rLBus)+1;
=0;
0 to Nbus-1 do

bus[i].absV>FBatasV.max then

r:=result+(rLBus[i].absV-FBatasV.max);

bus[i].absV<FBatasV.min then

lt:=result+(FBatasV.min-rLBus[i].absV);

FFitness.doHitungMaxdV(const rLBus:TBusArr1):double;
n:integer;
ible;

ign(rLBus)+1;
=0;
0 to Nbus-1 do

>s(rLBus[i].absV-1);
nnt<dV then

lit:=-dV;

```

---

```

    .5:
    oHitungMaxdV(LBusMed);
    getmfil(fmin, fmax, pinV);
    ;
    ;
    oHitungMaxdS(gBranch);
    getmfil(fmin, fmax, pinS);
    -----
    apeson(LBusPeak, gBranch, gParamLF);
    gParamLF.SumLoss.real;
    oot+FKoPeak*FTPeak*Ploss;
    .25;
    .5;
    oHitungMaxdV(LBusPeak);
    getmfil(fmin, fmax, pinV);
    ;
    ;
    oHitungMaxdS(gBranch);
    getmfil(fmin, fmax, pinS);
    -----
    .5*FF0;
    F0;
    *FF0;
    oot+CostCap;
    af52(fmin, f012, fmax, Cost);
    tuC*dV+uS;
    -----

    fitness.dohitungFitness(const rChrom:TChromCap):double;
    .uV, uS, uN, fmin, fmax:double;
    Low, PlossMed, PlossPeak, fo, fp, fv, fs, dVLow, dVMed, dVPeak:double;
    dSMed, dSPeak:double;
    integer;
    w, LBusMed, LBusPeak:TBusArri;
    Arr2;
    pinS, pinV, Cost, CostCap, Ploss, UCap:double;
    -----
    ode of fitness here

    ;
    from f0to Data (rChrom, LBusLow, LBusMed, LBusPeak, Cap);
    lgh(Cap)+1;
    Count=Cap;
    min+1;
    getmfil(fmin, fmax, NCap);
    :-dohitungCostCap(Cap);
    apeson(LBusLow, gBranch, gParamLF);
    gParamLF.SumLoss.real;
    oot+FKoLow*FTlow*Ploss;
    .025;
    .05;
    oHitungMaxdV(LBusLow);
    getmfil(fmin, fmax, pinV);
    ;
    ;
    oHitungMaxdS(gBranch);
    getmfil(fmin, fmax, pinS);
    -----
    apeson(LBusMed, gBranch, gParamLF);
    gParamLF.SumLoss.real;
    oot+FKoMed*FTMed*Ploss;
    .025;
    .05;
    oHitungMaxdV(LBusMed);
    getmfil(fmin, fmax, pinV);
    ;
    ;
    oHitungMaxdS(gBranch);
    getmfil(fmin, fmax, pinS);
    -----
    apeson(LBusPeak, gBranch, gParamLF);
    gParamLF.SumLoss.real;
    oot+FKoPeak*FTPeak*Ploss;
    .025;
    -----

```

```

doHitungMaxdV(LBusPeak);
getmffl(fmin, fmax, pinV);
};
doHitungMaxdS(gBranch);
getmffl(fmin, fmax, pinS);
-----
.b=FF0;
f0;
*FF0;
ost+CostCap;
mfE2(fmin, f0I2, fmax, Cost);
-uC+dV+uS+uNcap;
-----
code of fitness here
fromTcl+Data(rChrom, LBusLow, LBusMed, LBusPeak, Cap):
igh(Cap)+i;
afNCap(NCap);
-----
aphson(LBusLow, gBranch, gParamLF);
doHitungMaxdV(LBusLow);
x:=-gParamLF.SumLoss.real;
doHitungMaxdS(gBranch);
-----
aphson(LBusMed, gBranch, gParamLF);
doHitungMaxdV(LBusMed);
y:=-gParamLF.SumLoss.real;
doHitungMaxdS(gBranch);
-----
aphson(LBusPeak, gBranch, gParamLF);
-doHitungMaxdV(LBusPeak);
k:=-gParamLF.SumLoss.real;
-doHitungMaxdS(gBranch);
: enter new code here
itungCostCap(Cap);
lMax(dVLow, dVMed, dVPeak);
lMax(dSLow, dSMed, dSPeak);
=fc+(FKelLow*FTLow*FlossLow+FKelMed*FTMed*FlossMed+
  FKePeak*FTPeak*FlossPeak)+10*fv+10*fs;
-----
l Chen

oHitungCostCap(Cap);
oHitungFloss(FlossLow, FlossMed, FlossPeak);
indMax(dVLow, dVMed, dVPeak);
indMax(dSLow, dSMed, dSPeak);
=0.5*FF0;
Z:=-FF0;
-2*FF0;
stmffl(fmin, fmax, fp);
=0;
-FCostCap*UmlCapBank*FCostCap;
stmffl(fmin, fmax, fc);
=0.05;
=0.1;
stmffl(fmin, fmax, fv);
-1;
-1.8;
stmffl(fmin, fmax, fs);
l:=-uP+uC+dV+uS+uN;

:=-uN;

Fitness.getParamChrom:integer;
high(BetasChrom)+1;

TFitness.doHitungAkhir(const rChrom:bArr2;
var rLBus:TBusArr1;
var rCap:dArr2;

```

```
ow[i].QL:=FSlow*rLBus[i].QL;
ow[i].Cap:=-rLBus[i].Cap;
ow[i].typeBus:=rLBus[i].typeBus;
ed[i].absV:=rLBus[i].absV;
ed[i].sudV:=rLBus[i].sudV;
ed[i].Pgen:=-rLBus[i].Pgen;
ed[i].Qgen:=-rLBus[i].Qgen;
ed[i].PL:=FSmed*rLBus[i].PL;
ed[i].QL:=FSmed*rLBus[i].QL;
ed[i].Cap:=rLBus[i].Cap;
ed[i].typeBus:=-rLBus[i].typeBus;
eak[i].absV:=rLBus[i].absV;
eak[i].sudV:=-rLBus[i].sudV;
eak[i].Pgen:=-rLBus[i].Pgen;
eak[i].Qgen:=-rLBus[i].Qgen;
eak[i].PL:=FSpeak*rLBus[i].PL;
eak[i].QL:=FSpeak*rLBus[i].QL;
eak[i].Cap:=rLBus[i].Cap;
eak[i].typeBus:=rLBus[i].typeBus;
```

```
=0;
aphson(LBusLow, gBranch, gParamLF);
jParamLF.SumLoss.real;
=result+FKelow*ETlow*Eloss;
aphson(LBusMed, gBranch, gParamLF);
jParamLF.SumLoss.real;
=result+FKemed*ETmed*Eloss;
aphson(LBusPeak, gBranch, gParamLF);
jParamLF.SumLoss.real;
=result+FKepeak*ETpeak*Eloss;
```

genetic;

ls;

cap=record  
s:boolean;  
w, capMod, capHigh:byte;

ip=array of TAtteleCap;

o=record  
:TChronCap;  
ss:double;

-array of TIndiCap;

tion

---



## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : MUKH SURJAI  
NIM : 0112116  
Semester : VIII (Delapan)  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Alamat : J. PATIMURA NO52 BUDUL KIDUL PAS

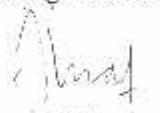
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan **SKRIPSI** adalah sebagai berikut :

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


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

Telah dileliti kebenaran data tersebut diatas  
Recording Teknik Elektro

  
.....  
(..... MT.....)

Malang, .....200

Permohon

  
.....  
(..... MUKH SURJAI.....)

Disetujui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Mengetahui  
Dosen Wali

  
.....  
(..... Ir. CHORUL SHALEH..... MT.....)

Catatan :

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

1. 12F ..... 1/13 ..... 2: 09
2. ....
3. 27 ..... 1/19 ..... 1/14





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

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

PERSERO MALANG  
SIAGA MALANG

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

Malang, 11 Maret 2006

Nomor : ITN-1182/I.TA/2/'06  
Lampiran : satu lembar  
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. H. TAUFIK Hidayat, MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
di -  
Malang

Dengan Hormat,  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi melalui seminar proposal yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : MUH. SYUJAI  
Nim : 0112116  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/I selama masa waktu **6 (enam) bulan** terhitung mulai tanggal:

13 Jan. 2006 s/d 13 Juli 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro.  
Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
Ir. F. Yudi Imanpraptono, MT  
Nip. Y. 1039500274

Tindakan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



### FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Much Syujai  
Nim : 01.12.116  
Masa Bimbingan : 13 Januari 2006 s/d 13 Juli 2006  
Judul Skripsi : ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20kV DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF* PADA G.I SENGKALING PENYULANG PUJON

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	1 Maret 06	Tambahkan penjelasan Parameter program	Ah
2.		Tambahkan diagram fasa penempatan kapasitor	Ah
3.		Kesimpulan berupa angka dan menyambungkan	Ah
4.		Buat analisis	Ah
5.		Ace untuk menyambungkan	Ah
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang 16-09-2006  
Dosen Pembimbing,

  
**H. H. Taufik Hidayat, MT**  
Nip. Y. 101 8700 151

Form.S-4b




### FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : MUCH SYUJAI  
Nim : 01.12.116  
Masa Bimbingan : 13 JULI 2006 s/d 13 JANUARI 2007  
Judul Skripsi : ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20kV DENGAN METODE INTERACTIVE TRADE-OFF PADA G.I SENGKALING PENYULANG PUJON

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	1 Maret 06	Selesaikan bab I, II dan III	Ah
2.		Selesaikan bab IV, bab V	Ah
3.		Revisi bab IV	Ah
4.		Rampirkan data = penyulang pujon	Ah
5.		revisi bab IV, algoritma masukkan bab III	Ah
6.		Systematisa penulisan disoroti	Ah
7.		flow chart ditambahkan	Ah
8.		Revisi tentang Satuan Energi	Ah
9.		check kembali Referensi daya dasar	Ah
10.			

Malang 16-09-2006  
Dosen Pembimbing,

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

Form.S-4b



## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : MUCH. SYUJAI
2. NIM : 01.12.116
3. NIRM : 0132021102116
4. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
5. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
6. Judul Skripsi :

**ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI  
PRIMER 20kV DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF*  
PADA G.I SENGKALING PENYULANG PUJON**

7. Tanggal Mengajukan Skripsi : 13 Januari 2006
8. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 26 September 2006
9. Dosen Pembimbing : Ir. H. Taufik Hidayat, MT
10. Telah dievaluasi dengan nilai : 85 ( Delapan Puluh Lima )

Malang, September 2006

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Disetujui  
Dosen Pembimbing

Ir. H. Taufik Hidayat, MT  
NIP. P. 101 87000 151

---



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : MUCH. SYUJAI  
N.I.M. : 01.12.116  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA  
JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DENGAN  
METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF* PADA G.I  
SENGKALING PENYULANG PUJON

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

Hari : Kamis  
Tanggal : 21 September 2006  
Dengan Nilai : 77,5 ( B+ )



**Panitia Ujian Skripsi**

Ir. Mochtar Asroni, MSME  
Ketua

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
Sekretaris

**Anggota Penguji**

Ir. Teguh Herbasuki, MT  
Penguji Pertama

Ir. Eko Nurcahyo  
Penguji Kedua

---



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : SUJAI  
NIM : 0112116  
Perbaikan meliputi :

Harap dicek data masukan untuk inputan pada program.

Malang,



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : Moch. Syarif  
NIM : 0112116  
Perbaikan meliputi :

- Kesempurnaan agar divalidasi kembali program yg anda susunan.

Malang,

  
( Fauzan )



## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Kamis  
Tanggal : 21 September 2006  
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : MUCH. SYUJAI
2. NIM : 01.12.116
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DENGAN METODE *INTERACTIVE TRADE-OFF* PADA G.I SENGKALING PENYULANG PUJON

Perbaikan meliputi :


No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Harap dicek Data masukan untuk inputan pada program	/
2.	Kesimpulan agar Divalidasi Termasuk Program yang anda gunakan	E f

### Anggota Penguji

  
**Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
Penguji Pertama

  
**Ir. Eko Nurcahvo**  
Penguji Kedua

### Dosen Pembimbing

  
**Ir. H. TAUFIK HIDAYAT, MT**  
NIP.Y. 10187000151



UCAPAN

TERIMA KASIH



- Sahabat Aku Yang tercinta dan tersayang, Syamsul Arifin, ST, Yudha Krisna Widyantara, ST, Fahmi Ihsananto, ST, JAY Lulus ni.....Sobat, Makasih..makasih.. Kapan Ngumpul Lagi.....???
  - Yang Tersayang Ade'Q , yang selalu memberi motivasi dan Do'a, serta nasehatnya, Janji kakak sudah terpenuhi kan...? bahwa kakak lulus di bulan November. 17-Oktober-1986 apa ayoo?. Kakak makasih ya...? *ingat Janji ade'Q* KULIAH yang RAJIN Biar cePAT luLUS, ingat SHOlATnya, *Kakak Suka siFat Ade'* , " JaDilah Ade'Q yang Dewasa " OTREEE" ..
  - ARIZZA YUSNIA FITRI Ade'?? kamu Baik
  - Santo, Handil, yang membantu memecahkan permasalahan dan dengan sabar menemani dalam pengerjaan Skripsi ini, kamu adalah teman aku ingat kita bimbingan 6 bulan lebih.
  - Bimbingan Bapak akhirnya kita semua lulus : Nanang '01 ( JaCkO ), Soma '99, GiRi '98, DoYok '99, DaNi '97, Jagan Lupa adE'mu JaY Ya...
  - Teman Kos 236 Sumber Sari Kalian Jangan Malas.
  - Teman-teman Kontrakan PUSKOPAD Gassut 'Pendhi, Irwan, Empre't 'Arifin, Peri 'Duro Koye'sss, Germo 'Anam, Sapi 'Charis, JarWo 'Syafak, Misno 'Edwin, Brontok Tobil 'Dian, Sungeep 'Denny.
  - Segenap pihak yang telah Membantu, yang tidak mungkin untuk disebutkan satu per satu.
-

Akhirnya penulis hanya bisa berharap agar Allah Subhanahu Wa Ta'ala membalas segala karunianya, dan senantiasa memberikan Kemudahan serta keberuntungan kepada kita semua. Amien.

BIODATA  
PENULIS

---

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama MUCH SYUJAL, lahir di kota PASURUAN pada tanggal 18 Januari 1983 pada hari yang sangat cerah dan damai. Penulis adalah anak ke empat dari lima bersaudara dari pasangan Bapak ILM. SHOLEH YAQOEB, I.S, dan Ibunda Hj. CHOSIAH SU'UDDAH, MA, yang selalu merasa bahagia

### **Riwayat Pendidikan Penulis :**

Tahun 1994 : Lulus SDN I - III, Bugul Kidul PASURUAN

Tahun 1998 : Lulus MTsN 1 PASURUAN

Tahun 2001 : Lulus SMK UNTUNG SUROPATI PASURUAN

Tahun 2001 : Diterima Masuk Jurusan Elektro S-1 FTI - ITN MALANG  
Melalui UMPT - ITN

Penulis menjadi Mahasiswa Teknik Elektro Dengan Nomor Induk Mahasiswa ( NIM ) 01.12.116. Selama Menjadi Mahasiswa, penulis aktif di WORKSHOP FTI - ITN, dan tentunya rajin Dalam Kegiatan Karya Tulis Ilmiah, dan Juga Sebagai Anggota PUSKOPAD FC.