

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN T. ELEKTRO / T. ENERGI LISTRIK S-1**



**OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN
DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE
KOMBINASI *FUZZY - GENETICS ALGORITHM* PADA GI
SENGKALING PENYULANG PUJON**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

**WAODE NURBANI
NIM. 00.12.110**

APRIL 2006

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN
DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE
KOMBINASI *FUZZY-GENETICS ALGORITHM* PADA GI
SENGKALING PENYULANG PUJON**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

**WAODE NURBANI
NIM. 00.12.110**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

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

**Disetujui,
Dosen Pembimbing**

Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131991182

07/06
04

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



Alhamdulillah Wa Syukurallah, Puji dan Syukur kspanjatkan Hanya Pada ALLAH SWT yang Maha Pengasih Lagi Maha Pemurah atas Rahmat dan Karunia yang Engkau limpahkan kepadaku hingga aku dapat menyelesaikan skripsi ini

Teruntuk Mama dan Bapakku (Wande Murni Duni dan Laode Arief Aty Malefu) yang selalu mengasahi dan menyanggiku. Ini adalah bagian kecil dari perjalanan tanggung jawabku di dunia. Terima kasih Ma' Pa' sudah membantuku untuk melewati sebagian rintangan dalam hidupku, dan tidak pernah bosan untuk mendukungku...

Teruntuk Gadis Kecilku (Wande Nur Aini Ayye) Tercinta, Kebahagiaanku, Ketentrumanaku, Kebanggaanku dan Permata Hatiku ...Selalu...

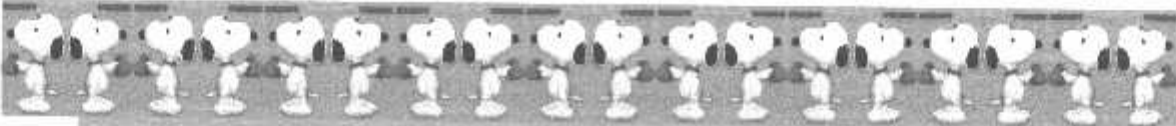
Teruntuk Suamiku (Muhammad Ali) yang selalu ada disampingku disetiap kesusahanku, Pemberi semangat dan Pendukung setiap langkahku, Kau selalu ada disetiap keluh kesahku. Terima kasih atas segala pengertiannya.

Teruntuk Saudara-saudaraku di rumah, Ka Wadi, Mami Anel, Mama dan Papa Vadel, Mama dan Papa Icah, Teta teet dan adekku Jun... (berjuanglahh!!!), untuk semua dukungan dan semangat yang selalu kalian berikan untukku.

Teruntuk Papa Tuaku (H. Laode Malefu), Om dan Tante di Kendari dan semua Keluarga Besarku di Raha yang tidak dapat saya sebutkan, Terima Kasih Banyak atas Doa nya.

Teruntuk Keluargaku Di Waingapu Bapak (H. Sukardi Ayub) Mama Haji, Mama Non dan Papa Bun, Mama dan Papa Mauban, Mama Rindara dan semua yang tidak dapat saya sebutkan Terima Kasih atas Doa nya

Kupersembahkan hasil usaha uan sederhana ini, semoga ini merupakan usaha yang tidak sia-sia untuk bekal langkahku ke depan dan semoga usaha ini membawa berkah yang baik untukku dan keluargaku. Amin.



Special Thanks To:

Kepada Bapak/Ibu Guru yang telah membimbing dan mendidik saya selama ini. Tanpa bimbingan dan arahan Bapak/Ibu Guru, saya tidak akan sampai ke jenjang ini. Terima kasih banyak.

Kepada Orang Tua yang telah memberikan dukungan, kasih sayang, dan motivasi kepada saya. Tanpa dukungan Bapak/Ibu, saya tidak akan bisa sampai ke sini. Terima kasih.

Kepada teman-teman yang telah berjuang bersama-sama dan saling mendukung. Terima kasih atas persahabatan yang indah ini.

Kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam proses belajar mengajar ini. Terima kasih.

Dan semua yang telah sempat saya sebutkan. Terima kasih banyak.



AiNie

ABSTRAKSI

OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETICS ALGORITHM* PADA GI SENGKALING PENYULANG PUJON

(Waode Nurbani, 00.12.110, Teknik Elektro Energi Listrik S-1,ITN 2006)
(Dosen Pembimbing : Ir. I Made Wartana, MT)

Kata Kunci : Sistem Distribusi Radial, Penempatan kapasitor, Pengurangan Rugi-rugi, *Fuzzy Linear Programming, Genetics Algorithm.*

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-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 kombinasi *Fuzzy dan Genetics Algorithm* untuk penempatan kapasitor dan besar kapasitas kapasitor yang optimal pada jaringan. Perhitungan aliran daya Newton Raphson diterapkan untuk mengetahui perubahan hasil dari pemasangan kapasitor.

Dengan menggunakan data jaringan pada PT.PLN (Persero) Distribusi cabang Malang pada Penyulang Pujon, diperoleh hasil pemasangan kapasitor yang optimal pada bus 45 sebesar 810 kVAR, bus 67 sebesar 720 kVAR dan node 94 sebesar 390 kVAR dimana diperoleh pengurangan rugi daya aktif sebesar 35.189 kVAR dari 129.862 kVAR menjadi 94.673 kVAR, biaya sebelum pemasangan sebesar 64.178 US \$ atau sebesar Rp. 596.855.400,-/Tahun (asumsi 1 US \$ adalah Rp. 9.300,-) sehingga keuntungan yang didapat adalah sebesar Rp. 144.689.400,-/Tahun.

KATA PENGANTAR

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

Skripsi yang berjudul “OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY - GENETICS ALGORITHM* PADA *GI SENGKALING PENYULANG PUJON*” ini tersusun juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu maka penulis merasa sangat perlu menghaturkan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Bapak DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. I Made Wartana, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
4. Bapak dan Mama serta saudara-saudaraku yang selalu memberikan dukungan lahir maupun batin kepada penulis.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya penyusunan Skripsi ini.

6. Bapak-bapak karyawan Gardu Induk Sengkaling dan UPT Malang yang telah membantu penulis mendapatkan data guna penelitian Skripsi ini.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Energi Listrik yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Skripsi ini.

Dengan seluruh bantuan dari semua pihak diatas, penulis telah berusaha menyusun Skripsi ini dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari kesempurnaan hanyalah milik-Nya. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka penulis merasa sangat membutuhkan saran dan kritik dari semua pihak.

Akhirnya, sebagai puncak dari tujuan penulisan Skripsi ini adalah semoga Skripsi ini bisa bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Maret 2006

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman: |
|---|-----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| ABSTRAKSI..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GRAFIK..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Metodologi Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 5 |
| 1.7. Relevansi..... | 7 |
| BAB II SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK | |
| 2.1. Distribusi Sistem Tenaga Listrik..... | 8 |
| 2.1.1. Sistem Distribusi Primer | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder | 10 |
| 2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik | 10 |
| 2.3. Sistem Jaringan Distribusi Radial | 10 |
| 2.3.1. Sistem Radial Pohon | 11 |
| 2.3.2. Sistem Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah..... | 12 |
| 2.3.3. Sistem Radial Dengan Pembagian Phase Area | 13 |
| 2.3.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat..... | 10 |
| 2.4. Daya Reaktif dan Faktor Daya..... | 14 |
| 2.5. Kapasitor Daya..... | 16 |
| 2.5.1. Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt | 16 |
| 2.5.2. Faktor-faktor Pemilihan Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt..... | 16 |
| 2.6. Pengaruh Pemasangan Kapasitor Shunt..... | 18 |
| 2.6.1. Pengurangan Rugi-Rugi dengan Kapasitor Shunt..... | 19 |
| 2.6.2. Perbaikan Tegangan | 20 |
| 2.6.3. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem | 21 |
| 2.6.3.1. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya | 23 |
| 2.6.3.2. Penentuan Rating Kapasitor Untuk Perbaikan Faktor Daya | 24 |
| 2.7. Sistem Per-Unit | 25 |

BAB III ANALISIS OPTIMASI PEMASANGAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DENGAN METODE KOMBINASI FUZZY DAN ALGORITMA GENETIKA

| | |
|---|----|
| 3.1. Analisa Aliran Daya Jaringan Radial | 27 |
| 3.1.1 Metode Newton Raphson..... | 27 |
| 3.1.2. Algoritma Aliran Daya Newton Raphson | 32 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.2. | Metode Kombinasi Fuzzy-Genetics Algorithm | 33 |
| 3.2.1. | Metode Algoritma Genetika..... | 33 |
| 3.2.1.1. | Istilah-istilah Algoritma Genetika..... | 35 |
| 3.2.1.2. | Proses Algoritma Genetika | 38 |
| 3.2.1.3. | Elitism | 42 |
| 3.2.1.4. | Crossover..... | 42 |
| 3.2.1.5. | Mutasi..... | 44 |
| 3.2.2. | Metode Fuzzy Linnear Programming | 46 |
| 3.3. | Penentuan Lokasi,Kapasitas, dan Setting Kapasitor Menggunakan Metode Kombinasi Fuzzy-Genetics Algorithm ... | 48 |
| 3.3.1 | Pengkodean | 49 |
| 3.5.2. | Menentukan Populasi Awal | 49 |
| 3.3.2 | Fungsi Fitness..... | 50 |
| 3.4. | Algoritma Program..... | 52 |
| 3.4.1 | Algoritma Pemecahan Masalah..... | 52 |
| 3.4.2. | Algoritma Program Pemecahan Masalah Penentuan Letak Optimal Kapasitor dengan Metode Algoritma Genetika..... | 52 |
| 3.4.3 | Algoritma Fungsi Fitness (Fuzzy)..... | 53 |

BAB IV STUDI OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRBUSI 20 kV

| | | |
|------|---|----|
| 4.1. | Analisis Penempatan Kapasitor Dengan Metode Kombinasi Fuzzy- Algoritma Genetika..... | 55 |
| 4.2. | Flowchart Algoritma Program | 56 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.2.1 | Flowchart Pemecahan Masalah..... | 56 |
| 4.2.2 | Flowchart Algoritma Genetika..... | 57 |
| 4.2.3 | Flowchart Program Fitness (Fuzzy)..... | 58 |
| 4.3. | Data Perhitungan..... | 60 |
| 4.3.1. | Data Saluran..... | 60 |
| 4.3.2. | Data Pembebanan..... | 62 |
| 4.3.3. | Data Kapasitas Kapasitor..... | 62 |
| 4.4. | Hasil Program..... | 64 |
| 4.5. | Hasil dan Analisis Hasil..... | 71 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|------|-----------------|----|
| 5.1. | Kesimpulan..... | 81 |
| 5.2. | Saran..... | 82 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| Gambar : | Halaman : |
|---|-----------|
| 2-1 Skema Gardu Induk yang dihubungkan melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) hingga ke Pelanggan | 8 |
| 2-2. Sistem Jaringan Distribusi Radial | 11 |
| 2-3. Sistem Jaringan Distribusi Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah | 12 |
| 2-4. Jaringan Distribusi Radial Dengan <i>Phase Area</i> | 13 |
| 2-5 Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat | 14 |
| 2-6 Segitiga Daya | 15 |
| 2-7 Segitiga Arus | 15 |
| 2-8 Saluran Primer Dengan Beban Terpusat | 19 |
| 2-9 Vektor Diagram (a) Sebelum dan (b) Sesudah Pemasangan Kapasitor Shunt Pada Jaringan | 21 |
| 2-10 Perbaikan Faktor Daya | 22 |
| 2-11 Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi | 23 |
| 3-1 Roulette-Wheel | 41 |
| 3-2 Pembentukan Next Generation dalam Algoritma Genetika | 42 |
| 3-3 Ilustrasi Operator Dengan One Point Crossover | 43 |
| 3-4 Ilustrasi Operator Dengan Two Point Crossover | 43 |
| 3-5 Ilustrasi Operator Dengan Uniform Crossover | 44 |
| 3-6 Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi String Binner | 45 |
| 3-7 Ilustrasi Operator Mutasi Untuk Representasi Integer | 45 |

| | | |
|------|---|----|
| 3-8 | Fungsi Keanggotaan Fuzzy | 48 |
| 3-9 | Fungsi Keanggotaan $\mu_{f_1}(\bar{X})$ | 51 |
| 3-10 | Fungsi Keanggotaan $\mu_{f_2}(\bar{X})$ | 51 |
| 3-11 | Fungsi Keanggotaan $\mu_{f_3}(\bar{X})$ | 52 |
| 4-1 | Diagram Alir Pemecahan Masalah Secara Umum..... | 56 |
| 4-2 | Diagram Alir Metode Algoritma Genetika | 57 |
| 4-3 | Diagram Alir Metode Fuzzy | 58 |
| 4-4 | Diagram satu garis Sistem 20 kV Penyulang Pujon | 59 |
| 4-5 | Tampilan Utama Program | 64 |
| 4-6 | Tampilan Inputan Data (General) | 65 |
| 4-7 | Tampilan Inputan Data (Data Pembebanan) | 65 |
| 4-8 | Tampilan Inputan Data (Data Saluran) | 66 |
| 4-9 | Tampilan Inputan Data (Data Generator) | 66 |
| 4-10 | Tampilan Hasil Loaflow Sebelum Kompensasi | 67 |
| 4-11 | Tampilan Hasil Aliran Daya Sebelum Kompensasi..... | 67 |
| 4-12 | Tampilan Total Pembangkitan,Pembebanan, Dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi | 68 |
| 4-13 | Tampilan Parameter Yang Digunakan | 68 |
| 4-14 | Tampilan Hasil Loaflow Setelah Kompensasi | 69 |
| 4-15 | Tampilan Hasil Aliran Daya Setelah Kompensasi | 69 |
| 4-16 | Tampilan Total Pembangkitan,Pembebanan, Dan Rugi-rugi Setelah Kompensasi | 70 |

| | | |
|------|--|----|
| 4-17 | Tampilan Hasil Perhitungan Metode Kombinasi <i>Fuzzy-Genetics Algorithm</i> | 70 |
| 4-18 | Tampilan Hasil Penempatan Kapasitor dengan Metode Kombinasi <i>Fuzzy-Genetics Algorithm</i> | 74 |
| 4-19 | Single Line Diagram Penempatan Kapasitor Dengan Metode Kombinasi <i>Fuzzy-Genetics Algorithm</i> | 80 |

DAFTAR TABEL

| Tabel : | Halaman : |
|---|------------------|
| 2-1 Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt | 17 |
| 3-1 Istilah Yang Digunakan Dalam Algoritma Genetika | 35 |
| 4-1. Data Penyulang Sistem 20 kV GI Sengkaling | 61 |
| 4-2. Data Saluran Penyulang Pujon | 61 |
| 4-3. Hasil Impedansi Saluran Penyulang Pujon | 62 |
| 4-4. Data Pembebanan Penyulang Pujon..... | 63 |
| 4-5. Data Kapasitas Kapasitor | 63 |
| 4-6 Profil Tegangan Dan Sudut Fasa Sebelum Kompensasi..... | 71 |
| 4-7. Aliran Arus Tiap Saluran Sebelum Kompensasi | 72 |
| 4-8. Aliran Daya Tiap Saluran Sebelum Kompensasi..... | 72 |
| 4-9 Profil Tegangan Dan Sudut Fasa Sesudah Kompensasi | 75 |
| 4-10 Aliran Arus Tiap Saluran Sesudah Kompensasi | 76 |
| 4-11 Aliran Daya Tiap Saluran Sesudah Kompensasi | 76 |
| 4-12 Hasil Program Metode Kombinasi Fuzzy-Genetics Algorithm..... | 77 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kehidupan Modern salah satu cirinya adalah pemakaian energi listrik yang besar. Besarnya energi atau beban listrik yang dipakai ditentukan oleh resistansi (R), Induktansi (L), dan Kapasitansi (C). Besarnya pemakaian energi listrik itu disebabkan karena banyak dan beraneka ragam peralatan (beban) listrik yang digunakan. Bertambahnya industri-industri menyebabkan peran penggunaan alat-alat listrik akan semakin luas, misalnya motor-motor listrik, trafo, AC, lampu TL, dan lain-lain. Beban industri sangat banyak membutuhkan daya reaktif induktif. 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.^[3]

Daya reaktif merupakan daya yang tidak berguna bagi konsumen tetapi diperlukan untuk proses transmisi energi pada beban, jadi yang menyebabkan pemborosan energi adalah peralatan yang bersifat induktif. Berarti dalam menggunakan energi listrik ternyata pelanggan tidak hanya dibebani oleh daya aktif (kW) saja tetapi juga daya reaktif (kVAR). Penjumlahan kedua daya itu menghasilkan daya nyata yang merupakan daya yang disuplai oleh PLN. Jika nilai daya itu diperbesar yang biasanya dilakukan oleh pelanggan industri maka rugi-rugi daya menjadi besar sedangkan daya aktif (kW) dan tegangan yang sampai ke konsumen berkurang sehingga konsumen tidak dapat merasakan keandalan sistem distribusi energi listrik^[3].

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

Banyak metode yang dipakai dalam menganalisa masalah penentuan penempatan dan besar kapasitor pada jaringan distribusi, diantaranya adalah metode *Genetic Algorithm* tetapi pada metode ini fungsi objektifnya hanya mempertimbangkan biaya instalasi kapasitor dan rugi-rugi energi saja tanpa mempertimbangkan batasan operasional sistem seperti penyimpangan tegangan tiap bus dan batas pembebanan penyulang

Skripsi ini mengemukakan penempatan kapasitor dalam sistem distribusi 20 kV dengan menggunakan metode kombinasi *Fuzzy-Genetic Algorithm* yang dapat melengkapi kekurangan dari metode algoritma genetika sebelumnya. Metode ini mempunyai kelebihan yaitu dapat memformulasikan masalah kedalam bentuk *multi objective* sehingga selain untuk mengurangi biaya instalasi kapasitor dan rugi-rugi daya juga untuk meningkatkan batas pembebanan penyulang dan profil tegangan^[1].

1.2. Rumusan Masalah

Salah satu cara pemasangan sumber daya reaktif tambahan disisi beban adalah dengan pemasangan kapasitor pada sistem distribusi 20 kV, sehingga dapat mengurangi rugi-rugi disaluran. Yang menjadi permasalahan adalah bagaimana cara menentukan letak dan kapasitas dan setting kapasitor yang optimal pada

sistem distribusi 20 kV agar rugi-rugi yang dihasilkan menjadi seminim mungkin dan menghemat biaya instalasi kapasitor tersebut semaksimal mungkin.

Dari permasalahan yang timbul diatas, maka skripsi ini berjudul:

“OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETICS ALGORITHM* PADA GARDU INDUK SENGKALING PENYULANG PUJON ”

1.3. Tujuan.

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah

1. Menentukan letak, kapasitas dan setting kapasitor yang optimal pada sistem distribusi radial penyulang Pujon.
2. Menganalisa perbaikan profil tegangan penyulang, besar nilai pengurangan rugi-rugi daya saluran dan penghematan setelah pemasangan kapasitor

1.4. Batasan Masalah

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

1. Jaringan yang akan dianalisa adalah jaringan distribusi radial 20 kV di penyulang Pujon Gardu Induk Sengkaling.
 2. Hanya kapasitor shunt yang digunakan dalam perbaikan tegangan dan pengurangan rugi daya.
-

3. Analisa penentuan letak kapasitas, dan setting kapasitor menggunakan metode kombinasi *Fuzzy-Genetic Algorithm*.
4. Tidak membahas secara detail metode aliran daya yang digunakan yaitu metode *Newton Raphson*.
5. Diassumsikan nilai faktor daya sebesar 0.86

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Kajian literatur yaitu pengumpulan referensi yang berkaitan dengan pokok permasalahan.
2. Pengumpulan data lapangan yang dipakai dalam objek penelitian yakni pada PT.PLN (Persero) UB. Dist. Jawa Timur GA Batu Sub UPJ Batu Penyulang Pujon.

Bentuk data yang digunakan adalah:

- Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.
 - a. Data penyulang sistem 20 kV GI Sengkaling
 - b. Data saluran penyulang Pujon.
 - c. Data pembebanan penyulang Pujon
 - Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini *single line diagram* penyulang Pujon.
-

3. Simulasi dan pembahasan masalah
 - Analisa aliran daya pada penyulang Pujon sistem 20 kV dengan menggunakan metode *Newton Raphson*.
 - Analisa penentuan lokasi, kapasitas, dan setting kapasitor yang optimal menggunakan Metode kombinasi *Fuzzy-Genetic Algorithm* yang disimulasikan dengan bahasa pemrograman Delphi versi 7.0.
 - Analisa pengaruh pemasangan kapasitor terhadap sistem distribusi diantaranya adalah perbaikan profil tegangan, pengurangan rugi-rugi serta penghematan maksimal sesudah pemasangan kapasitor.
4. Menarik kesimpulan apakah metode ini cukup efektif dalam menghasilkan perbaikan-perbaikan pada sistem dan penghematan yang optimal.

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 dan Kontribusi.

BAB II : SISTEM DISTRIBUSI DAN APLIKASI KAPASITOR

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

BAB III : ANALISIS OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY-GENETIC ALGORITHM

Pada bab ini akan dibahas metode aliran daya *Newton Raphson*, teori-teori mengenai metode kombinasi *Fuzzy-Genetic Algorithm* untuk menentukan penempatan dan kapasitas kapasitor, serta algoritma metode kombinasi *Fuzzy-Genetic Algorithm*.

BAB IV : STUDI OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY-GENETIC ALGORITHM

Pada bab ini akan dibahas mengenai penentuan letak dan kapasitas kapasitor menggunakan metode kombinasi *Fuzzy-Genetic Algorithm*, 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.

1.7. Kontribusi Penelitian

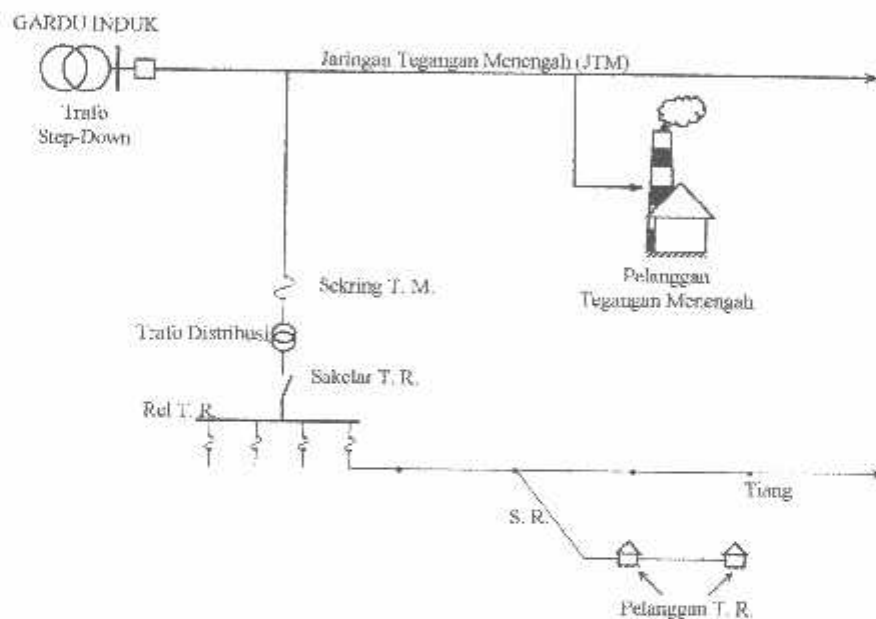
Dengan adanya penulisan skripsi ini diharapkan akan dapat memberikan suatu metode alternatif dalam menentukan lokasi, kapasitas dan setting kapasitor yang optimal dengan lebih mudah sehingga menghasilkan perhitungan yang lebih valid (mendekati sempurna) dan mendapatkan nilai penhematan yang maksimal, sehingga kemungkinan dapat diaplikasikan dilapangan dan dapat membantu PT.PLN (Persero) untuk mengoptimalkan penggunaan kapasitor dalam sistem distribusi 20 kV.

BAB II

SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

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



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

Gambar 2-1. Skema Gardu Induk yang dihubungkan melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) hingga ke Pelanggan⁽³⁾

Sumber : Djiteng Marsudi, Ir, "Operasi Sistem Tenaga Listrik".

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

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

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

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

2.1.1. Sistem Distribusi Primer (Jaringan tegangan Menengah)

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

2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

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

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

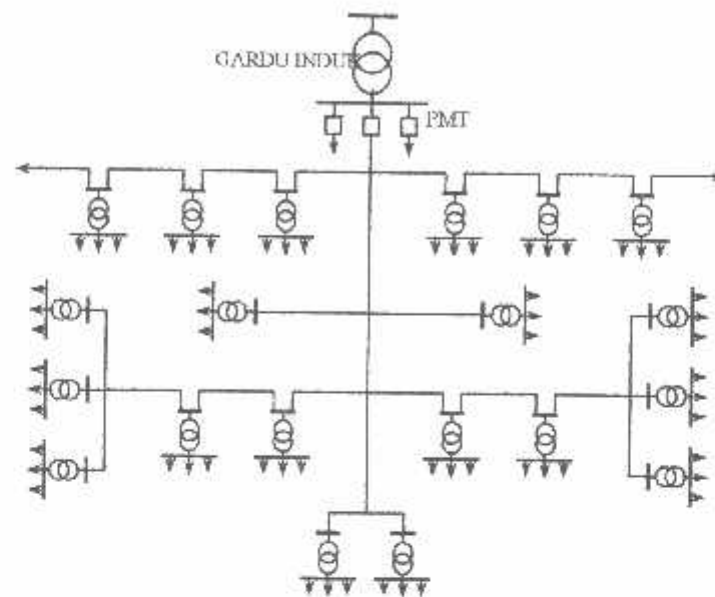
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

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

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

2.3. Sistem Jaringan Distribusi Radial

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



Gambar 2-2. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Sumber : Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik."

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 rambahan yang dicabangkan pada saluran tersebut.

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

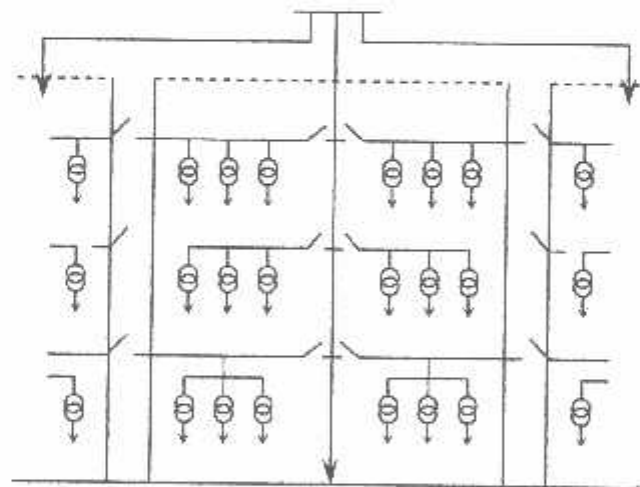
2.3.1. Sistem Radial Pohon

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

feeder), selanjutnya di cabangkan lagi melalui saluran anak cabang (*sub lateral feeder*). Ukuran dari masing-masing saluran tergantung dari besar arus yang ditanggung. Dari gambar 2-2, *main feeder* merupakan saluran yang dialiri arus terbesar, selanjutnya arus mengecil pada setiap cabang dari besarnya beban.

2.3.2. Sistem Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah

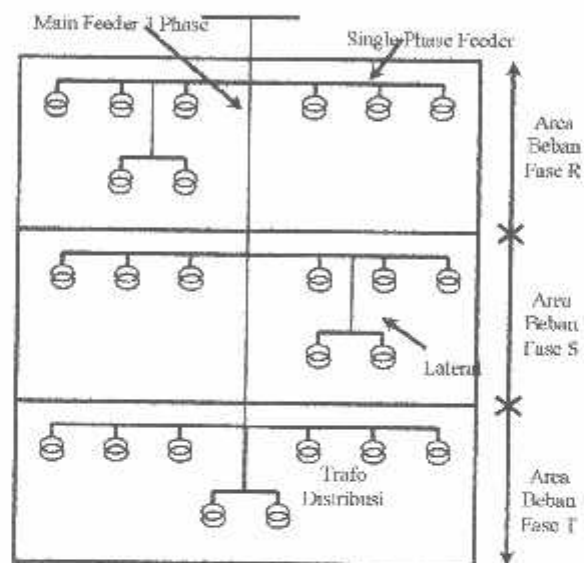
Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon, untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadi gangguan maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang tidak terganggu. Sistem radial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



Gambar 2-3. Sistem Jaringan Distribusi Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah
Sumber : Turan Gonen, "Electric Power Distribution System Engineering," Mc Graw Hill, 1986.

2.3.3. Sistem Radial Dengan Pembagian *Phase Area*

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

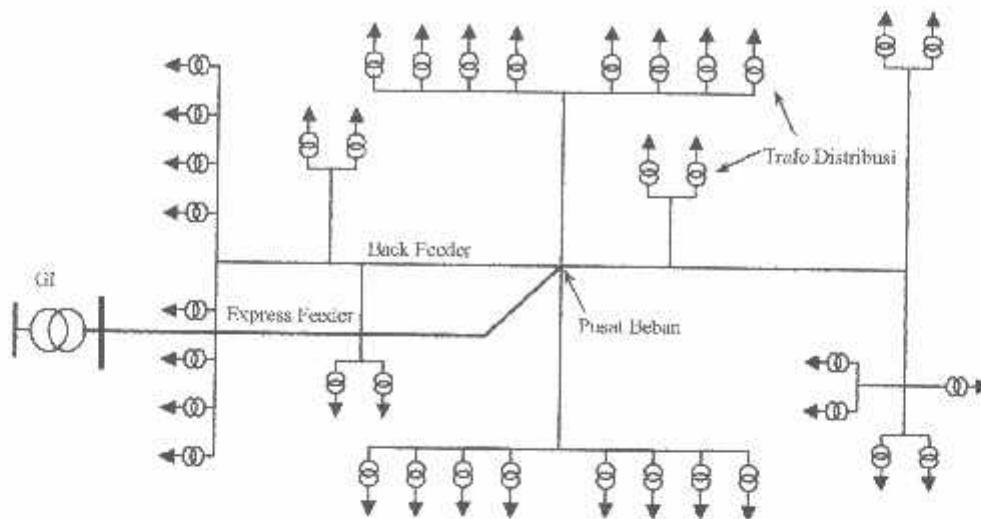


Gambar 2-4. Jaringan Distribusi Radial Dengan Phase Area

Sumber : Turan Gonen, "Electric Power Distribution System Engineering," Mc Graw Hill, 1986.

2.3.4. Sistem Radial Dengan Beban Terpusat

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



Gambar 2-5. Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat

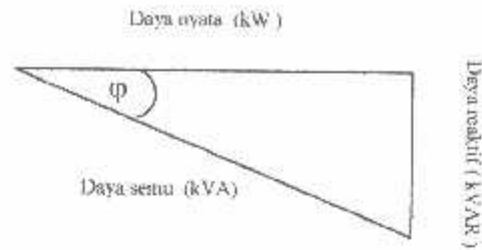
Sumber : Turan Gonen, "Electric Power Distribution System Engineering," Mc Graw Hill, 1986.

2.4. Daya Reaktif dan Faktor Daya^[5]

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

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

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



Gambar 2-6. Segitiga Daya

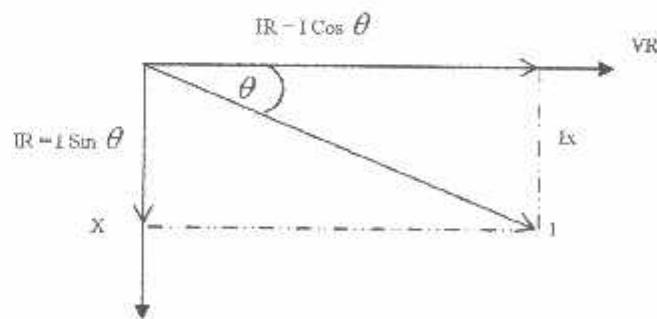
Sumber: Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik"

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

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

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

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



Gambar 2-7. Segitiga Arus

Sumber: Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik"

2.5. Kapasitor Daya^[3]

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

2.5.1 Kapasitor seri dan Kapasitor shunt

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

Biaya pemasangan kapasitor seri lebih tinggi dari pada biaya pemasangan kapasitor shunt, hal ini disebabkan karena peralatan pelindung untuk kapasitor seri lebih banyak, biasanya kapasitor seri di desain untuk daya yang lebih besar dari pada kapasitor shunt dengan tujuan untuk mengatasi kenaikan beban.^[3]

2.5.2. Faktor-faktor pemilihan kapasitor Seri dan kapasitor shunt^[3] :

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

Tabel 2-1
Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt

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

Sumber: Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik"

2.6. Pengaruh Pemasangan Kapasitor Shunt

Kapasitor shunt adalah kapasitor yang dihubungkan paralel dengan saluran dan secara intensif digunakan pada sistem 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.

Ada dua cara pemasangan kapasitor shunt :

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

a. Kapasitor Tetap

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

b. Kapasitor Saklar

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

Proses membuka-menutup dari saklar kapasitor shunt dapat dilakukan dengan cara manual maupun dengan cara otomatis. Pengendalian secara manual

(pada lokasi atau kendali jarak jauh) dapat dilakukan pada GI. Untuk pengendali secara otomatis, termasuk didalamnya peralatan pengendali tegangan, arus, waktu dan suhu. Tipe yang paling populer adalah pengendali saklar waktu (*time-switch control*), pengendali tegangan dan pengendali tegangan-arus.

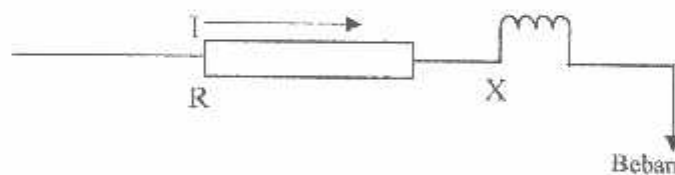
2.6.1. Pengurangan Rugi-rugi Dengan Kapasitor Shunt

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

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

dimana : I_R = komponen arus aktif

I_X = komponen arus reaktif



Gambar 2-8. Saluran Primer Dengan Beban Terpusat^[3]
Sumber : Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik."

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

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

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

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

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

Sehingga pengurangan rugi daya ssebagai akibat pemasangan kapasitor shunt didapat:

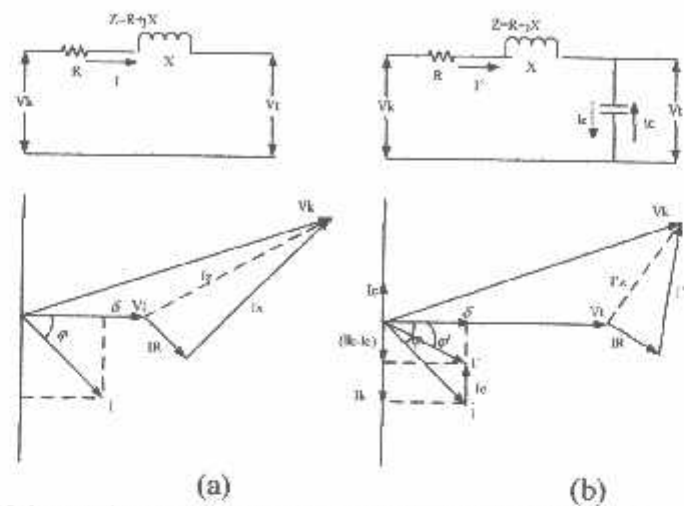
$$\begin{aligned} \Delta \text{pls} &= I^2R - I_1^2R \\ &= (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta)^2R - (I \cos \theta)^2R + (I \sin \theta - I_c)^2R \\ &= 2 (I \sin \theta) I_c R - I_c^2R \dots\dots\dots (2.4) \end{aligned}$$

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

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

2.5.2. Perbaikan Tegangan^[3]

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



Gambar 2-9. Vektor Diagram (a) Sebelum dan (b) Sesudah Pemasangan Kapasitor Shunt Pada Jaringan

Sumber : Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik."

Kerugian tegangan disebabkan arus beban I sebelum kapasitor dipasang :

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

Kerugian tegangan setelah kapasitor dipasang :

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

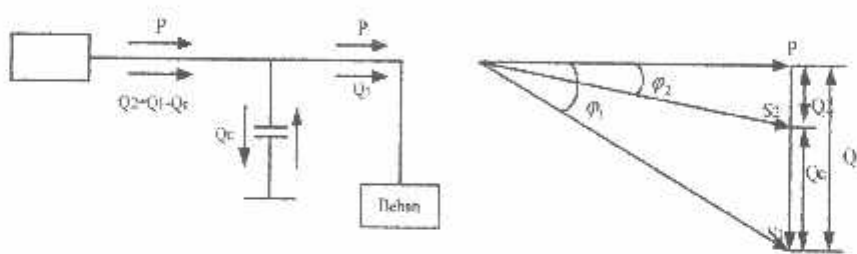
2.6.3. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem.

Manfaat terbesar yang di peroleh dari perbaikan faktor daya adalah berasal dari pengurangan daya reaktif dalam system. Hal ini menghasilkan pengurangan biaya pemakaian daya yang lebih rendah, kenaikan kapasitas system, perbaikan tegangan dan pengurangan rugi-rugi dalam system. Satu-satunya jalan untuk memperbaiki faktor daya adalah mengurangi daya reaktif di jaringan. Jika komponen arus reaktif dapat dikurangi, maka total arus akan berkurang sedangkan komponen daya aktif tidak berubah, maka faktor daya akan lebih besar sebagai akibat

berkurangnya daya reaktif. Faktor daya akan mencapai 100 persen jika komponen daya reaktif sama dengan nol (0).

Dengan menambah kapasitor, daya reaktif Q akan berkurang. Gambar 2.10. menunjukkan perbaikan faktor daya pada system, kapasitor menuplai daya reaktif ke beban.

reaktif ke beban.



Gambar.2-10. Perbaikan faktor daya
 Sumber Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik"

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

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

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

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

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

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

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

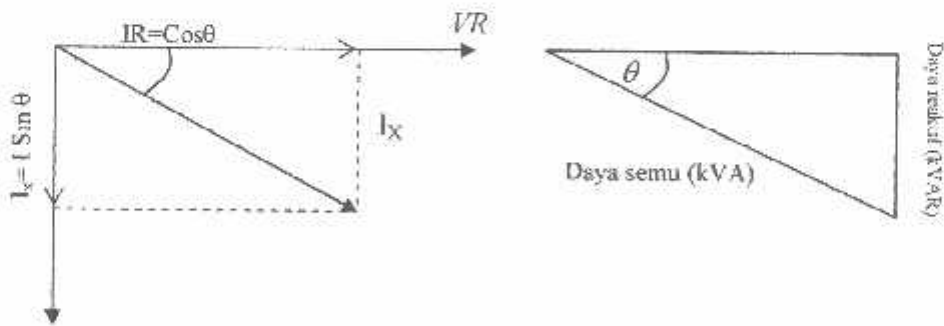
$$\% \text{ Rugi Daya} = 100 \left(\frac{\text{Faktor daya.mula} - \text{mula}(\cos \theta_1)}{\text{Faktor daya.baru}(\cos \theta_2)} \right) \dots\dots\dots(2.10)$$

%Pengurangan Rugi Daya

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

2.6.4. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya.

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



Gambar 2-11. Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Distribusi
 Sumber Hasan Basri, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik"

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.6.5. Penentuan Rating Kapasitor untuk Perbaikan Faktor Daya Beban

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

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

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

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

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

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

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

Dengan θ_1 = Sudut dari faktor daya mula-mula

θ_2 = Sudut dari faktor daya yang telah diperbaiki

Rating kapasitor yang dibutuhkan perbaikan factor daya:

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

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

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif (kVAR)} &= \text{Daya aktif} \times \Delta \tan \\ (\text{kVAR}) &= (\text{kW}) \times \Delta \tan \dots \dots \dots (2.19) \end{aligned}$$

2.7. Sistem Per-Unit

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

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

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

- Untuk data 1 fasa

Arus dasar:

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

Impedansi dasar:

$$\begin{aligned} Z_d &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.22) \\ &= \frac{(\text{kV dasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \end{aligned}$$

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 :

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

BAB III

ANALISIS OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV DENGAN METODE KOMBINASI FUZZY – GENETICS ALGORITHM

3.1 Analisa Aliran Daya Jaringan Radial

Sebelum melakukan optimasi dengan menggunakan metode kombinasi *Fuzzy - Genetics Algorithm* dilakukan satu proses analisa aliran daya untuk mengetahui kondisi suatu saluran distribusi. Adapun tujuan mempelajari analisa aliran daya ini adalah untuk mengetahui profil tegangan pada setiap bus dari saluran, mengetahui besarnya daya yang mengalir pada saluran, untuk mengetahui rugi daya aktif dan rugi daya reaktif dari saluran.

3.1.1 Metode *Newton Raphson*^[2]

Secara matematis persamaan aliran daya *Newton Raphson* dapat diselesaikan dengan menggunakan koordinat rectangular, koordinat polar atau bentuk hybrid. Dalam pembahasan skripsi ini memakai persamaan aliran daya *Newton Raphson* yang menggunakan koordinat polar.

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

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

Injeksi daya pada simpul p adalah:

$$S_p = P_p + jQ_p = V_p * I_p \dots \dots \dots (3.2)$$

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

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

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

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

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

Maka persamaan (3.3) dapat ditulis:

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

Dengan memisahkan bagian riil dengan bagian imajiner maka diperoleh:

Persamaan daya aktif dan reaktif pada bus i adalah :

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

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

Kedua persamaan (3.5) dan (3.6) di atas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan yang serempak (simultan) yang tidak linier untuk setiap simpul sistem tenaga listrik. Untuk mengetahui magnitudo tegangan ($|V|$) dan sudut fasa (δ)

disetiap simpul dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan di atas yang dilinierkan dengan metode Newton Raphson dibawah ini :

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

dimana :

ΔP : Selisih injeksi netto daya aktif dengan jumlah aliran daya aktif tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan $|V|$ yang didapat dari perhitungan iterasi ke- k .

ΔQ : Selisih injeksi netto daya reaktif dengan jumlah 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 magnitudo tegangan

H, L, M, N merupakan elemen-elemen *off diagonal* dan *diagonal* dari submatrik Jacobian yang dibentuk dengan mendefinisikan persamaan (3.1) dan (3.2).

Dimana :

$$\begin{aligned} H_{ik} &= \frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} & N_{ik} &= \frac{\partial P_i}{\partial |V_k|} \\ M_{ik} &= \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} & L_{ik} &= \frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|} \end{aligned}$$

Adapun rumus dari elemen matrik Jacobian adalah :

Untuk H :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} = |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} = - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots (3.9)$$

Untuk N :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_k|} = |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots (3.10)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_k|} = 2 |V_i Y_{ii}| \cos \theta_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots (3.11)$$

Untuk M :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} = |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots (3.12)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} = - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots (3.13)$$

Untuk L :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|} = V_i V_k Y_{ik} \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \dots\dots\dots (3.14)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|} = 2|V_i Y_{ii}| \sin \theta_{ii} + \sum_{k=1}^n |V_i Y_{ik}| \sin (\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \dots\dots\dots (3.15)$$

Untuk menghitung selisih daya, maka mula-mula ditentukan harga awal tegangan simpul dan sudut fasanya, kemudian daya aktif dan reaktif dihitung dengan menggunakan persamaan (3.5) dan (3.6). Selisih daya antara daya yang telah ditentukan dengan daya hasil perhitungan ini merupakan perubahan daya yang terjadi pada simpul.

$$\Delta P = P_{\text{Pembangkitan}} - P_{\text{beban}} - P_{\text{Perhitungan}} \dots\dots\dots (3.16)$$

$$\Delta Q = Q_{\text{Pembangkitan}} - Q_{\text{beban}} - Q_{\text{Perhitungan}} \dots\dots\dots (3.17)$$

Magnitude tegangan dan sudut fasa yang diasumsikan ($|V|$) dan (δ) serta selisih daya yang dihitung (ΔP_i dan ΔQ_i) digunakan untuk memperoleh elemen-elemen matrik Jacobian.

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 :

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

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

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

3.1.2 Algoritma aliran daya *Newton Raphson*

1. Tentukan nilai-nilai P_p (*direcupkan*) dan Q_p (*ditetapkan*) yang mengalir kedalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau perkiraan dari besar dan sudut tegangan untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
 2. Hitung ΔP pada setiap rel.
 3. Hitung nilai-nilai 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. Balikan Jacobian itu dan hitung koreksi-koreksi tegangan $\Delta\delta_k$ dan $\Delta|V_k|$ pada setiap rel.
 5. Hitung nilai baru dari δ_k dan $|V_k|$ dengan menambahkan $\Delta\delta_k$ dan $\Delta|V_k|$ pada nilai sebelumnya.
 6. Kembalilah ke langkah 1 dan ulangi proses itu dengan menggunakan nilai untuk besar dan sudut tegangan yang ditentukan paling akhir sehingga semua nilai ΔP dan ΔQ atau semua nilai $\Delta\delta$ dan $\Delta|V|$ lebih kecil dari suatu indeks ketetapan yang telah dipilih.
-

3.2 Metode Kombinasi Fuzzy - Genetics Algorithm^[1]

3.2.1. Algoritma Genetika

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

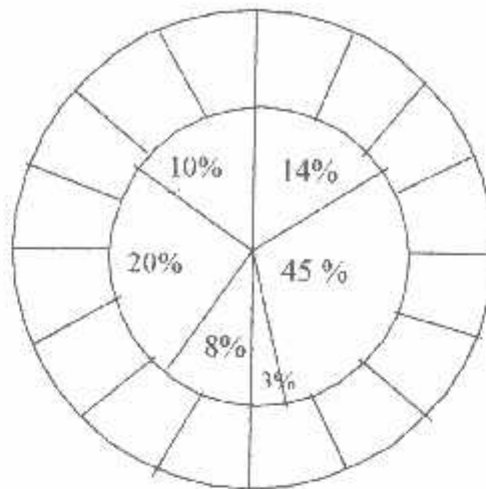
Pada Algoritma Genetika terdapat proses seleksi yaitu proses pemilihan kromosom yang akan di-crossover-kan dengan kromosom dari individu lain. Masalah yang paling mendasar pada proses ini adalah bagaimana proses penyeleksiannya. Menurut teori Darwin proses seleksi individu adalah : "*individu terbaik 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 3-1. Roulette-Wheel

Sumber : Mitsuo Gon, Runwei Cheng, "Genetic Algorithm And Engineering Design", (John Wiley & Son, Inc., 1994) p-7

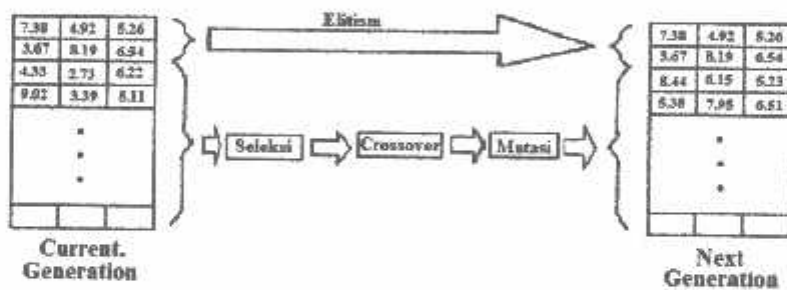
➤ Rank Selection

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 3-2.



Gambar 3-2. Pembentukan *Next Generation* dalam Algoritma Genetika

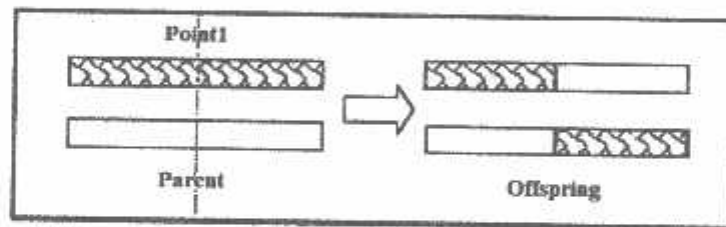
Sumber : Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "Genetic Algorithm And Engineering Design", (John Wiley & Son, Inc., 1994) p-7

3.2.1.4 Crossover (Pindah Silang)

Fungsi dari *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-msteri gen dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, \dots, \text{POPSIZE}$. Probabilitas *crossover* (P_c) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator *crossover*. Apabila nilai $r_k < P_c$ maka kromosom ke-k terpilih untuk mengalami *crossover*.

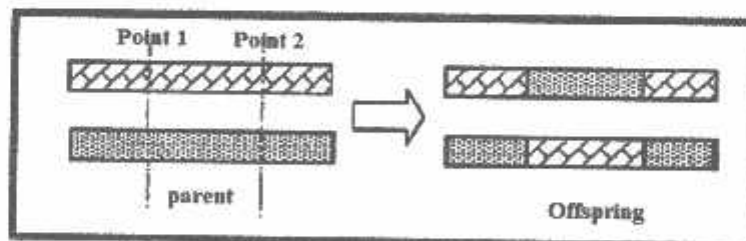
Crossover yang paling sederhana adalah *one point crossover*. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua parent tersebut dengan batas titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3-3.

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 3-3.



Gambar 3-3. Ilustrasi operator dengan *One Point Crossover*

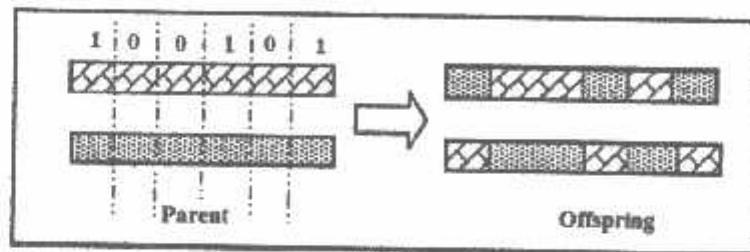
Sumber : Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "*Genetic Algorithm And Engineering Design*", (John Wiley & Son, Inc., 1994) p-7



Gambar 3-4. Ilustrasi operator dengan *Two Point Crossover*

Sumber : Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "*Genetic Algorithm And Engineering Design*", (John Wiley & Son, Inc., 1994) p-7

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 3-5.



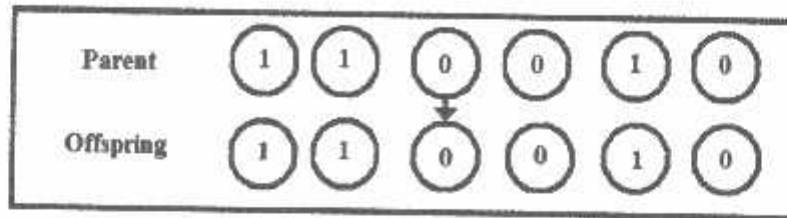
Gambar 3-5. Ilustrasi operator *crossover* dengan *uniform crossover*

Sumber : Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "Genetic Algorithm And Engineering Design", (John Wiley & Son, Inc., 1994) p-7

3.2.1.5 Mutation (Mutasi)

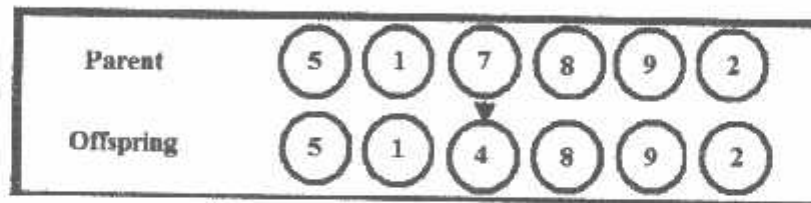
Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih nilai gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, \dots, NVAR$ (panjang kromosom). Probabilitas mutasi (P_m) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator mutasi. Apabila nilai random $r_k < P_m$ maka gen ke-k kromosom tersebut terpilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan mengganti gen 0 dengan 1 atau sebaliknya gen 1 dengan 0. Biasanya disebut flip yaitu membalik nilai ke 1 atau 1 ke 0. Ilustrasi kerja operator untuk representasi string biner digambarkan pada gambar 3-6. Untuk bentuk representasi integer atau floating point, atau selain string biner, seperti gambar 3-7, 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 3-6. Ilustrasi operator mutasi untuk representasi string biner

Sumber : Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "Genetic Algorithm And Engineering Design", (John Wiley & Son, Inc., 1994) p-7



Gambar 3-7. Ilustrasi operator mutasi untuk representasi integer

Sumber : Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "Genetic Algorithm And Engineering Design", (John Wiley & Son, Inc., 1994) p-7

Untuk kromosom induk seperti gambar 3.7 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, Prm. Posisi elemen pada kromosom yang akan mutasi ditentukan secara random. Mutasi dikerjakan dengan cara melakukan perubahan pada elemen tersebut.

3.2.2 Metode *Fuzzy Linear Programming*

Fuzzy set pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh pada tahun 1965 dalam papernya yang monumental. Sejak diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dan ditunjang oleh peneliti-peneliti yang lain seperti Ebrahim Mamdani, Rutherford, Pedrycs, maupun Yamakawa, maka teori tersebut telah diterima di masyarakat ilmiah sebagai terobosan dalam bidang kecerdasan buatan.

Dibutuhkan peralatan matematika yang memungkinkan kata atau kalimat yang bersifat samar (*fuzzy*) agar dapat dinyatakan dengan persis. Bila semua yang sifatnya kabur atau *fuzzy* kemudian dinyatakan secara baik oleh tool matematika yang memadai maka suatu itu menjadi pasti. Karena itu Lotfi Zadeh menawarkan ide untuk menyajikan variabel *fuzzy* ke dalam konsep yang kemudian dikenal sebagai fungsi keanggotaan (*membership function*) yang menjadi inti dari metode *fuzzy*.

- Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*)

Merupakan kurva yang menunjukkan tingkat keanggotaan dari tiap fungsi objektif ke dalam himpunan *fuzzy* dan mengkarakteristikkan tiap fungsi objektif sedemikian rupa sehingga tiap fungsi mempunyai nilai derajat keanggotaan dalam interval $[0;1]$.

- Fuzzifikasi (*Fuzzyfication*)

Merupakan proses mentransformasikan masukan yang berupa variabel crisp (fungsi objektif) ke variabel non-crisp (himpunan fuzzy).

Pada fuzzy linear programming, akan dicari suatu nilai yang merupakan fungsi objektif yang akan dioptimalkan sedemikian sehingga tunduk pada batasan-batasan yang dimodelkan dengan menggunakan himpunan fuzzy.

Tiap-tiap batasan (0,1,2,..., m) akan direpresentasikan dengan sebuah himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan pada himpunan ke-i adalah $\mu_{f_i}(\bar{X})$.

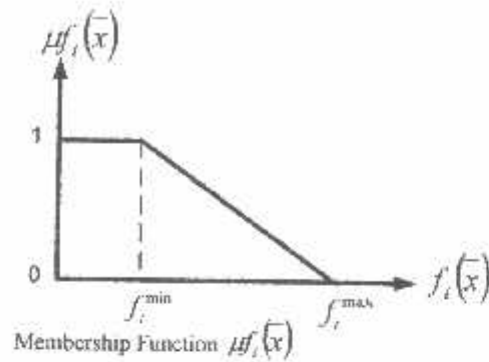
Fungsi keanggotaan untuk model 'keputusan' himpunan fuzzy dapat dinyatakan sebagai :

$$\mu_{f_i}(X) = \min_i \{ \mu_{f_i}[x] \}$$

Tentu saja diharapkan untuk mendapat solusi yang terbaik, yaitu suatu solusi dengan nilai keanggotaan yang paling besar, dengan demikian solusi yang sebenarnya adalah:

$$\max_{x \geq 0} \mu_{f_i}(x) = \max_{x \geq 0} \min_i \{ \mu_{f_i}[x] \} \dots \dots \dots (3.20)$$

Disini terlihat bahwa $\mu_{f_i}[x] = 0$ jika batasan ke-I benar-benar dilanggar, sebaliknya jika $\mu_{f_i}[x] = 1$ maka batasan ke-I benar-benar dipatuhi (sama halnya dengan batasan yang bernilai tegas). Nilai $\mu_{f_i}[x]$ akan naik secara monoton pada selang [0,1], yaitu seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3-8. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Sumber: Sri Kusuma Dewi "Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)" Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003

Secara matematik dapat ditunjukkan pada persamaan :

$$\mu_{f_i}(\bar{X}) = \begin{cases} 1 & \text{or } \rightarrow 1, & \text{if, } & f_i(\bar{X}) < f_i^{\min} \\ h_i(f_i(\bar{X})) & & \text{if, } & f_i^{\min} \leq f_i(\bar{X}) \leq f_i^{\max} \\ 0 & \text{or } \rightarrow 0 & \text{if, } & f_i^{\max} < f_i(\bar{X}) \end{cases}$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, m \dots \dots \dots (3.21)$$

Dari gambar dan persamaan diatas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai domain, akan memiliki nilai keanggotaan yang cenderung semakin kecil.

3.5. Penentuan Lokasi, Kapasitas, dan Setting Kapasitor Menggunakan Metode Kombinasi Fuzzy-GA

Algoritma Genetika pada mekanisme seleksi alam. Individu dari sebuah populasi dikodekan secara biner, Populasi pertama dibangkitkan secara random. Generasi baru dibuat dengan mengaplikasikan 3 operator berikut terhadap sebuah populasi yaitu : reproduksi, crossover dan mutasi dimana reproduksi adalah proses yang tergantung pada fungsi tujuan (*objective function*).

3.3.1. Pengkodean

Sebelum menguraikan langkah-langkah diatas, berikut ini disajikan gambaran kegunaan dari bagian kromosom dalam metode Algoritma Genetika. Kromosom pada penyajian ini terdiri dari *allele-allele* yang diassumsikan sebagai nilai-nilai *biner*. Jika *allele* pada posisi $i=1$ maka kapasitor harus ditempatkan pada bagian *feeder i-th*, jika tidak ($i=0$) maka kapasitor tidak ditempatkan. Bagian kromosom tersebut mempunyai posisi n , dimana n adalah banyaknya bus. Kromosom berikutnya terdiri dari gen dengan kode integer yang diassumsikan sebagai setting kapasitor yang akan dipasang pada bus yang akan dipasang.

3.3.2. Menentukan Populasi Awal.

Secara umum metode 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 disebutkan yang berisi nilai. Selanjutnya beberapa kromosom dibentuk dan berkumpul membentuk populasi. Populasi ini adalah populasi awal bagi algoritma genetika yang ambil secara random untuk melakukan pencarian solusi yang terbaik.

3.3.3. Fungsi *Fitness*

Pada skripsi ini metode fuzzy digunakan untuk menentukan nilai fitness dari algoritma genetika, dimana nilai *fitness* ini diturunkan dari beberapa fungsi objektif yang akan dioptimalkan sedemikian hingga tunduk pada batasan-batasan yang dimodelkan dengan menggunakan himpunan fuzzy. Sebuah model fuzzy

secara tipikal diberikan oleh sebuah fungsi keanggotaan $\mu_{f_i}(\bar{X})$ yang akan dicari nilai derajat keanggotaannya. Fungsi keanggotaan *fuzzy* ini sebagai *rule-rule* untuk menentukan lokasi, kapasitas, dan setting kapasitor yang optimal untuk ditempatkan pada jaringan. Fungsi keanggotaan *fuzzy* yaitu :

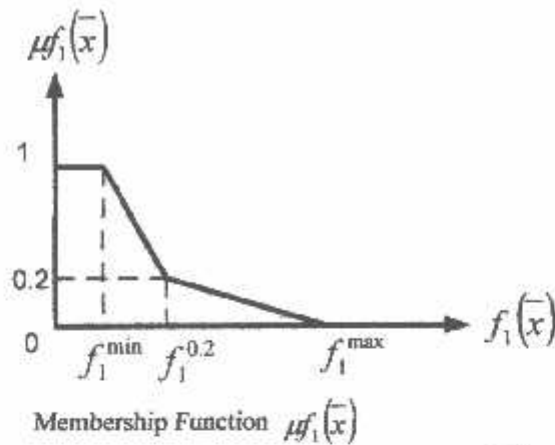
1. Biaya Instalasi Kapasitor dan Rugi-Rugi Daya

$$\text{Min } f_i(\bar{X}) = \frac{1}{Y} \left(\sum_{i=1}^{N_b} N_i \right) \times C_p + \sum K_j T_j P_{\text{loss},j}(\bar{X}) \dots\dots\dots (3.22)$$

Dimana :

- X : Vektor simbol lokasi, ukuran dan setting kapasitor.
- Y : Umur kapasitor (Tahun)
- N_i : Jumlah unit kapasitor yang akan diinstal pada bus i
- N_b : Jumlah total Bus pada sistem distribusi yang dipertimbangkan
- C_p : Harga pembelian dan instalasi kapasitor per bank unit
- N_i : Jumlah level beban
- K_j : Harga energi per unit untuk level beban j
- T_j : Durasi waktu per tahun untuk level beban j
- $P_{\text{loss},j}$: Rugi daya aktif total untuk sistem pada level beban j yang menandakan harga total kapasitor dan rugi daya per tahun.

Yang dimodelkan dalam sebuah fungsi keanggotaan *fuzzy* sebagai berikut:



Gambar 3-9. Fungsi Keanggotaan $\mu_{f_1}(\bar{X})$

Sumber : Ying-Tung Hsiao, Chia-Hong Chen, Cheng-Chih Chien, *Optimal Capacitor Placement in Distribution System Using a Combination Fuzzy-GA Method*, Electrical Power and Energy System Vol 26, 2004.

2. Deviasi tegangan bus.

$$\text{Min } f_2(\bar{X}) = \max_i |V_i - 1.0| \quad i = 1, 2, \dots, N_b \dots \dots \dots (3.23)$$

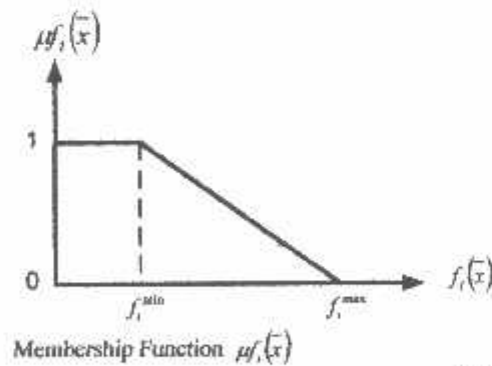
Dimana :

N_b : Jumlah total bus

V_i : Tegangan bus yang ke i

$f_2(\bar{X})$: Penyimpangan maksimal dari tegangan bus pada sistem

Yang dimodelkan dalam sebuah fungsi keanggotaan fuzzy sebagai berikut:



Gambar 3-10. Fungsi Keanggotaan $\mu_{f_2}(\bar{X})$

Sumber : Ying-Tung Hsiao, Chia-Hong Chen, Cheng-Chih Chien, *Optimal Capacitor Placement in Distribution System Using a Combination Fuzzy-GA Method*, Electrical Power and Energy System Vol 26, 2004.

3. Batas Pembebanan Penyulang.

$$\text{Min } f_3(\bar{X}) = 1 - \min_i \left\{ \frac{I_{iRate} - I_{iLoad}}{I_{iRate}} \right\}, i = 1, 2, \dots, N_L \dots \dots \dots (3.24)$$

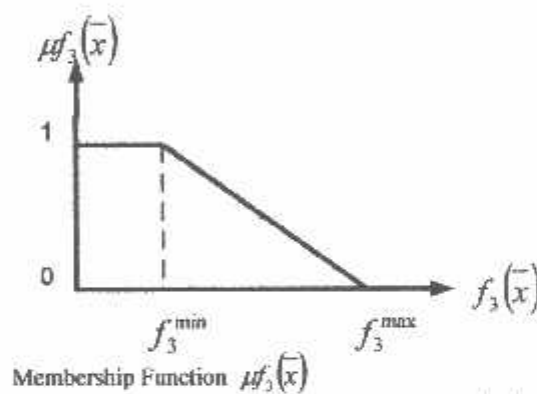
Dimana :

N_L : Jumlah total cabang penyulang

I_{iLoad} dan I_{iRate} : Arus beban dan arus yang dinilai dari cabang i

$f_3(\bar{X})$: Batas beban penyulang

Yang dimodelkan dalam sebuah fungsi keanggotaan fuzzy sebagai berikut:



Gambar 3-11. Fungsi Keanggotaan $\mu_{f_3}(\bar{X})$

Sumber : Ying-Tung Hsiao, Chia-Hong Chen, Cheng-Chih Chien, *Optimal Capacitor Placement in Distribution System Using a Combination Fuzzy-GA Method*, Electrical Power and Energy System Vol 26, 2004.

Dari fungsi objektif diatas dikonversikan menjadi fungsi fitness dengan menggunakan persamaan :

$$F = \frac{1}{1 + \text{Max}_i [\frac{1}{\mu_{f_i} - \mu_{f_i}(x)}]} \dots \dots \dots (3.25)$$

3.4. Algoritma Program

3.4.1. Algoritma Pemecahan Masalah

1. Masukan Data Beban P, Q, Data Saluran R, X, Daya Dasar (P) dan Tegangan Dasar (V) dan Data Kapasitas Kapasitor
2. Melakukan proses Aliran Daya menggunakan metode Newton Raphson dengan pers. (1).
3. Mengecek apakah ada pelanggaran tegangan
 - a. Ya, Lanjutkan ke langkah 4.
 - b. Tidak, Langsung ke langkah 5.
4. Melakukan Sub Routine Algoritma Genetika dan Fuzzy
5. Cetak Hasil

3.4.2. Algoritma Program Pemecahan Masalah Penentuan Letak Optimal Kapasitor Pada Sistem Distribusi Dengan Algoritma Genetika.

1. Masukan Data Beban P, Q, Data Saluran R, X, Daya Dasar (P), Tegangan Dasar (Q), dan Data Kapasitas Kapasitor
 2. Menentukan parameter algoritma genetika yaitu jumlah populasi (Pop size), maksimum generasi(Max Gen), nilai kemungkinan crossover(Pc), nilai kemungkinan mutasi (Pm) dan panjang kromosom tiap individu(NVAR).
 3. Generasi=0, Populasi=0
 4. Melakukan proses inialisasi parrent.
 5. Melakukan Sub Routine Fitness (Fuzzy).
 6. Melakukan proses statistik
-

7. Melakukan proses seleksi
8. Melakukan proses crossover
9. Melakukan proses mutasi
10. Proses 6,7,8, diulang apakah offspring sudah mencapai maks populasi.
 - a. Ya, Lanjutkan ke langkah 11,
 - b. Tidak, Hitung POP+1 Kembali ke langkah 6.
10. Menghitung fitness dari offspring
11. Melakukan proses elitism
12. Proses 11,12 diulang apakah Maks Gen sudah terpenuhi
 - a. Ya, Maka Stop
 - b. Tidak, hitung GEN+1 kembali ke langkah 6.
13. Stop

3.4.3. Algoritma Program Fitness (Fuzzy)

1. Baca data kromosom
 2. Hitung nilai fungsi objektif pada pers (3.22), (3.23), dan (3.24)
 3. Proses fuzzifikasi nilai fungsi objektif dengan persamaan (3.21)
 4. Mencari nilai solusi yang terbaik dengan menggunakan pers.(3.20)
 5. Menghitung Nilai Fitness kromosom dengan menggunakan pers.(3.25)
 6. Selesai
-

BAB IV

STUDI OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV GARDU INDUK SENKALING PENYULANG PUJON

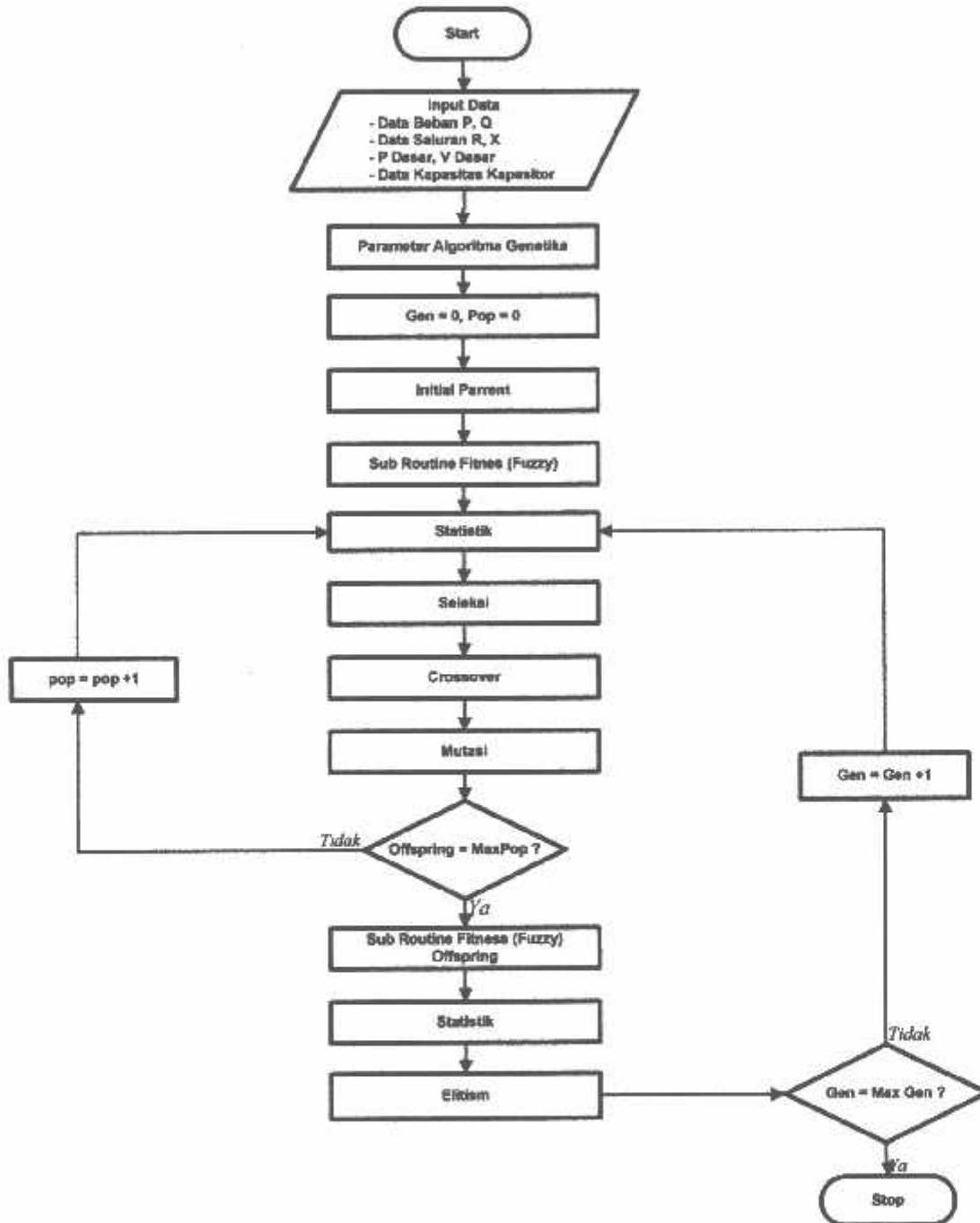
4.1. Analisis Penempatan Kapasitor Dengan Metode Kombinasi Fuzzy dan Algoritma Genetika

Dalam memilih suatu metode solusi untuk aplikasi praktis sering sulit, pilihan itu memerlukan analisis yang cermat atas kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan pada banyak metode yang ada. Untuk solusi dari permasalahan-permasalahan diatas maka dipergunakan suatu metode alternatif yaitu Metode Kombinasi *Fuzzy - Genetic Algorithm* yang menyediakan cara yang lebih baik dalam menganalisis penempatan kapasitor.

Dalam perhitungan analisa penempatan kapasitor disini menggunakan program komputer. Pada prinsipnya penggunaan program komputer dapat menganalisis sebuah jaringan distribusi radial dengan jumlah cabang atau jumlah bus yang tidak terbatas, tergantung memori yang tersedia pada komputer yang digunakan.

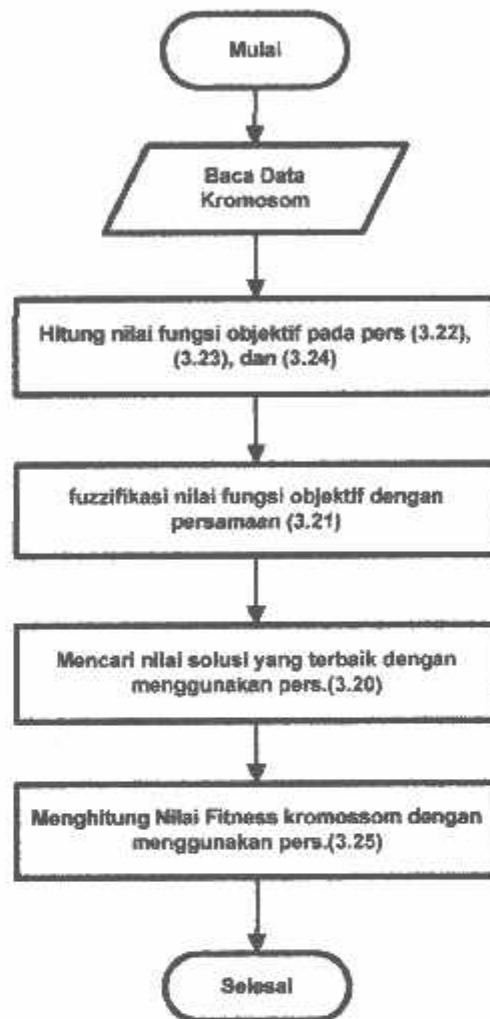
Bus-bus yang dianalisis diklasifikasikan, yaitu busbar GI Sengkaling diasumsikan sebagai *slack bus*, sedangkan bus-bus yang lain berjumlah 100 dipandang sebagai *load bus*. Dalam melakukan analisis membutuhkan data riil diantaranya, data penyulang system 20 kV GI Sengkaling pada saat beban puncak, data panjang saluran penyulang Pujon, data pembebanan 20 kV penyulang Pujon pada saat beban puncak.

4.2.2. Flowchart Algoritma Genetika

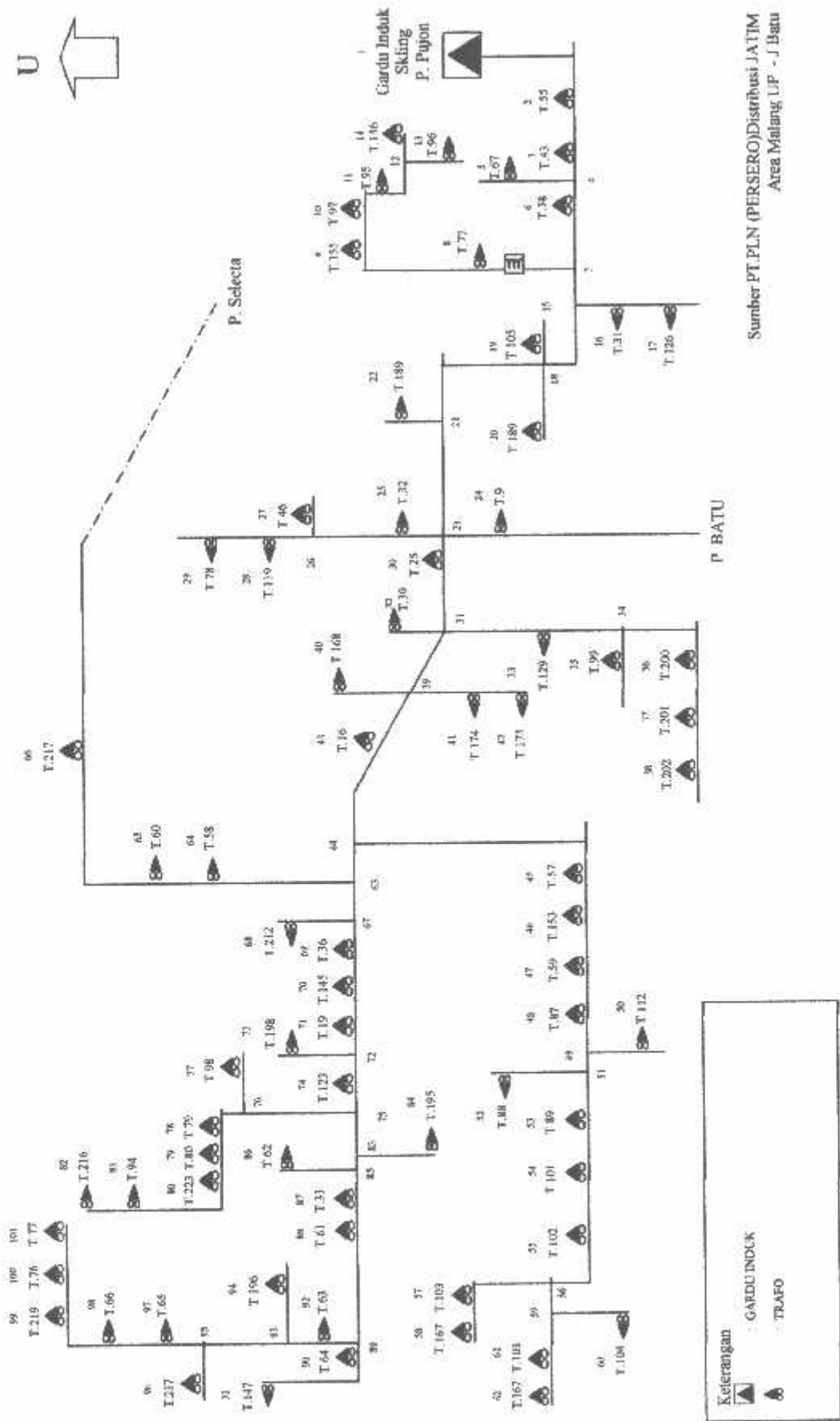
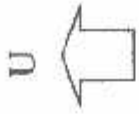


Gambar 4-2. Flowchart Algoritma Genetika

4.2.3. Flowchart Program Fitness (Fuzzy)



Gambar 4-3.Flowchart Program Fitness (Fuzzy)



Sumber PT. PLN (PERSERO) Distribusi JATIM
Area Malang LUP - J Batu

Gambar 4-4. Single Line Diagram Penyulang Pujon Sebelum Penempatan Kapasitor

4.3. Data Perhitungan

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 150/20 kV-30MVA dan 150/20 kV-30 MVA.

Namun pada skripsi saya ini hanya menganalisa satu penyulang saja, yaitu pada penyulang Pujon. Sistem distribusi radial GI Sengkaling memakai tegangan dsitribusi 20 kV. Untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya terlebih dahulu ditetapkan *single line diagram* yang akan dianalisis. Agar memudahkan perhitungan maka digunakan sistem per-unit (pu), dimana dasar yang digunakan:

- o Tegangan Dasar : 20 kV
- o Daya Dasar : 100 kVA

Selanjutnya bus-bus yang ada 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.

4.3.1. Data Saluran.

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

Tabel 4-1
Data Penyulang Sistem 20 kV GI Sengkaling

| Jenis Konduktor | Penampang Nominal (mm) | Impedansi Saluran (Ω/km) | Kuat Hantar Arus (A) |
|-----------------|------------------------|--|----------------------|
| AAAC | 35 | 0.9217+j0.3790 | 170 |
| AAAC | 50 | 0.6452+j0.3678 | 210 |
| AAAC | 70 | 0.4608+j0.3572 | 255 |
| AAAC | 120 | 0.2688+j0.3376 | 365 |
| AAAC | 150 | 0.2182+j0.3305 | 425 |

Sumber : PT.PLN (Persero) UBD Ja-Tim Area Pelayanan Malang GA Batu Sub UPI Batu

Adapun data saluran penyulang Pujon seperti pada tabel 4-2

Tabel 4-2
Data Saluran Penyulang Dinoyo

| No Saluran | Dari Node | ke Node | Panjang (m) |
|------------|-----------|---------|-------------|
| 1 | 1 | 2 | 580.3 |
| 2 | 2 | 3 | 1432.6 |
| 3 | 3 | 4 | 863.9 |
| 4 | 4 | 5 | 85.4 |
| 5 | 4 | 6 | 683.3 |
| 6 | 6 | 7 | 2082.8 |
| 7 | 7 | 8 | 154.4 |
| 8 | 8 | 9 | 414.5 |
| 9 | 9 | 10 | 896.5 |
| 10 | 10 | 11 | 463.5 |
| 11 | 11 | 12 | 452 |
| 12 | 12 | 13 | 1424.5 |

Sumber : PT.PLN (Persero) UBD Ja-Tim Area Pelayanan Malang GA Batu Sub UPI Batu

Tabel 4-2 selanjutnya dapat dilihat pada lampiran

Dengan mengacu pada gambar *single line diagram* penyulang Pujon, maka didapat nilai impedansi saluran penyulang dengan cara mengalikan panjang saluran dengan nilai impedansi urutan positif yang dimiliki penghantar AAAC yang digunakan pada saluran distribusi radial dimana masing-masing ukuran, penampang memiliki nilai impedansi urutan positif yang berbeda. Hasilnya dapat dilihat pada table 4-3.

Tabel 4-3
Hasil Impedansi Saluran Penyulang Pujon

| No Saluran | Dari Node | ke Node | Panjang (m) | Impedansi Saluran | |
|------------|-----------|---------|-------------|-------------------|---------------|
| | | | | R(Ω) | X(Ω) |
| 1 | 1 | 2 | 580.3 | 0.1255 | 0.1918 |
| 2 | 2 | 3 | 1432.6 | 0.3097 | 0.4735 |
| 3 | 3 | 4 | 863.9 | 0.1868 | 0.2855 |
| 4 | 4 | 5 | 85.4 | 0.0185 | 0.0282 |
| 5 | 4 | 6 | 683.3 | 0.1477 | 0.2258 |
| 6 | 6 | 7 | 2082.8 | 0.4503 | 0.6884 |
| 7 | 7 | 8 | 154.4 | 0.0334 | 0.051 |
| 8 | 8 | 9 | 414.5 | 0.0896 | 0.137 |
| 9 | 9 | 10 | 896.5 | 0.1938 | 0.2963 |
| 10 | 10 | 11 | 463.5 | 0.1002 | 0.1532 |
| 11 | 11 | 12 | 452 | 0.0977 | 0.1494 |
| 12 | 12 | 13 | 1424.5 | 0.308 | 0.4708 |

Tabel 4-3 selanjutnya dapat dilihat pada lampiran

4.3.2. Data Pembebanan.

Data 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 mengasumsikan faktor daya 0,86 diperoleh nilai pembebanan aktif dan reaktif seperti pada tabel 4-4.

Tabel 4-4
Data Pembebanan Penyulang Pujon

| No Bus | Kode Trafo | Kapasitas (kVA) | Beban Gardu (%) | Tgl Ukur | Jam Ukur | Lokasi | Data Pembebanan | | | Tipe Bus |
|--------|------------|-----------------|-----------------|----------|----------|------------------|------------------|----------|----------|----------|
| | | | | | | | Beban Trafo(kVA) | P (kW) | Q (kVAR) | |
| 1 | | | | | | | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | Slack |
| 2 | T55 | 150 | 35 | 050804 | 18:10 | Jl Raya Ngandaf | 52 | 44.7200 | 26.5304 | Load |
| 3 | T43 | 160 | 70 | 050804 | 18:40 | Jl Raya Mojorejo | 70 | 60.2000 | 35.7140 | Load |
| 4 | | | | | | | 0 | 0.0000 | 0.0000 | Load |
| 5 | T63 | 100 | 43 | 020704 | 19:00 | Dk Mantung | 43 | 36.9800 | 21.9386 | Load |
| 6 | T38 | 75 | 43 | 050804 | 18:30 | Jl Raya Beji | 32 | 27.5200 | 16.3264 | Load |
| 7 | | | | | | | 0 | 0.0000 | 0.0000 | Load |
| 8 | T72 | 100 | 63 | 050704 | 19:00 | emanuel temas | 63 | 54.1800 | 32.1426 | Load |
| 8 | T115 | 150 | 56 | 170704 | 18:30 | Ds Wukir Temas | 85 | 73.1000 | 43.3670 | Load |
| 10 | T97 | 200 | 72 | 050704 | 18:15 | Ds Temas Klerek | 143 | 122.9800 | 72.9586 | Load |
| 11 | T95 | 160 | 58 | 050804 | 20:45 | Ds Torong Rejo | 93 | 79.9800 | 47.4486 | Load |
| 12 | | | | | | | 0 | 0.0000 | 0.0000 | Load |

Sumber : PT. PLN (Persero) UBD Ja-Tim Area Pelayanan Malang GA Batu Sub UPI Batu

Tabel 4-4 selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

4.3.3. Data Kapasitas Kapasitor dan Harga ^[11]

Pada analisa menentukan nilai biaya, nilai kapasitas kapasitor dan harga sudah ditentukan dalam \$/Bank. Tabel 4-5 menunjukkan data yang tersedia oleh *supplier* untuk *feeder* distribusi.

Tabel 4-5
Ukuran dan Harga Kapasitor Yang tersedia ^[11]

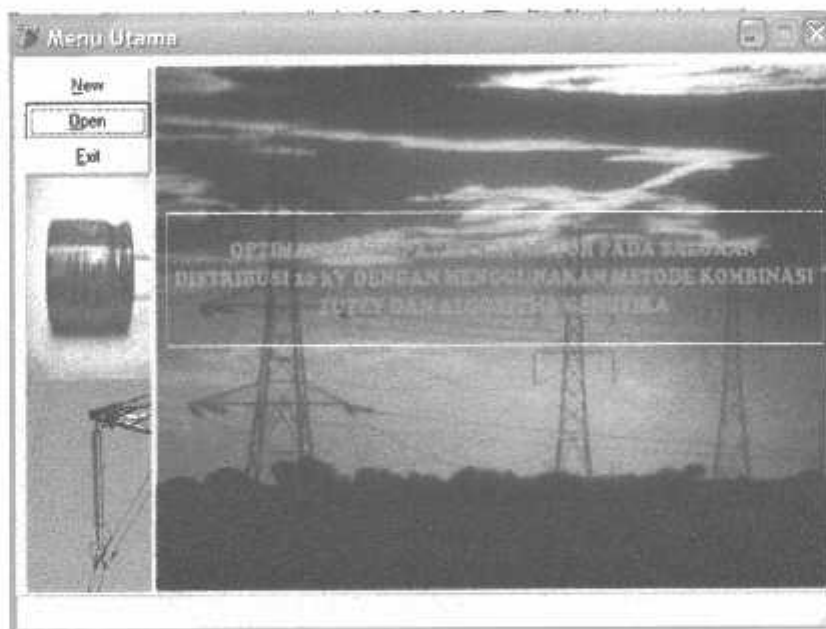
| Size (kVAR/Unit) | Cost (\$/Bank) |
|------------------|----------------|
| 30 | 900 |

Sumber : Ying-Tung Hsiao, Chia-Hong Chen, Cheng-Chih Chien, *Optimal Capacitor Placement in Distribution System Using a Combination Fuzzy-GA Method*, Electrical Power and Energy System Vol 26. 2004.

4.4 Hasil Program

Dalam skripsi ini menggunakan bantuan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 dan diaplikasikan pada komputer dengan processor AMD Athlon 850 MHz dengan Memory 256 Mb. Mengenai jalannya program ikuti prosedur program sebagai berikut:

1. Tampilan Utama Program



Gambar 4-5. Tampilan Utama Program

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

Tampilan Data

General | Data Bus | Data Saluran | Data Generator

Jumlah Bus: 101

Jumlah Saluran: 100

Tegangan Dasar: 20 kV

Daya Dasar: 100 kVA

Parameter Saluran: pij

Next Close

Gambar 4-6. Tampilan Inputan Data (General)

Tampilan Data

General | Data Bus | Data Saluran | Data Generator

| Bus | absV (pu) | sudV (deg) | Pg (kW) | Qg (kVAR) | Pl (kW) | QL (kVAr) | Cap (pu) | Type Bus |
|-----|-----------|------------|---------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 44.72 | 26.53 | 0 | 3 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 60.2 | 35.714 | 0 | 3 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 36.98 | 21.939 | 0 | 3 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 27.52 | 16.325 | 0 | 3 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 54.18 | 32.143 | 0 | 3 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 122.12 | 72.448 | 0 | 3 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 79.88 | 47.449 | 0 | 3 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 68.8 | 40.816 | 0 | 3 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |

Next Close

Gambar 4-7. Tampilan Inputan Data (Data Pembebanan)

Tampilan Data

| General | | Data Bus | Data Saluran | Data Generator | | | | | | |
|---------|------|----------|--------------|----------------|---------|----|----|----------|-----------|--|
| No | Dari | Ke | R (pu) | X (pu) | Lc (pu) | Tr | Tu | Su (deg) | Kap (MVA) | |
| 1 | 1 | 2 | 0.1255 | 0.1918 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10000 | |
| 2 | 2 | 3 | 0.3097 | 0.4735 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10000 | |
| 3 | 3 | 4 | 0.1968 | 0.2965 | 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 | 0.4903 | 0.6984 | 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 | 0.1002 | 0.1532 | 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 | 0.4025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10000 | |
| 14 | 7 | 15 | 0.2691 | 0.4114 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10000 | |

Next Close

Gambar 4-8. Tampilan Inputan Data (Data Saluran)

Tampilan Data

| General | | Data Bus | Data Saluran | Data Generator | | | | | | |
|---------|-----|------------|--------------|----------------|---------|---------|----------|----------|------|--|
| No | Bus | Qmin (MVA) | Qmax (MVA) | a2 | a1 | a0 | Fix Cost | Var Cost | Pmax | |
| 1 | 1 | -1000.00 | 1000.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | |

Next Close

Gambar 4-9. Tampilan Inputan Data (Data Generator)

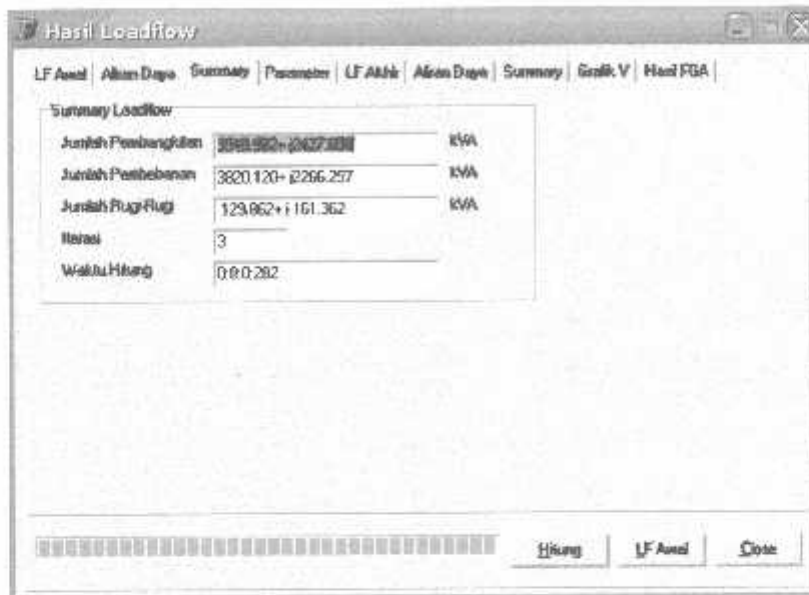
3. Tekan Tombol *Next* kemudian tekan tombol **LF Awal** untuk melihat hasil perhitungan aliran daya *Newton Raphson* sebelum kompensasi.

| Bus | V (pu) | δ (deg) | Pg (kW) | Qg (kVAR) | PL (kW) | QL (kVAR) | Sisa (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 | 36.714 | 0.000 | 3 | |
| 4 | 0.98826 | -0.32095 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 | |
| 5 | 0.98826 | 0.32104 | 0.000 | 0.000 | 36.960 | 21.939 | 0.000 | 3 | |
| 6 | 0.98654 | 0.39650 | 0.000 | 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 | 0.97726 | 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 | 0.97684 | -0.64148 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 72.440 | 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 | -0.64790 | 0.000 | 0.000 | 68.000 | 40.816 | 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 4-10. Tampilan Hasil Loadflow Sebelum Kompensasi

| No | Dari | Ke | P (kW) | Q (kVAR) | Arus re (A) | Arus im (A) | Dir | Ke | P (kW) | Q (kVAR) |
|----|------|----|----------|----------|-------------|-------------|-----|----|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 2 | 3943.982 | 2427.659 | 197.499 | 121.393 | 2 | 1 | -3943.298 | -2427.659 |
| 2 | 2 | 3 | 3898.518 | 2390.822 | 196.759 | 120.051 | 3 | 2 | -3882.247 | -2390.822 |
| 3 | 3 | 4 | 3822.047 | 2330.231 | 192.231 | 118.238 | 4 | 3 | -3812.532 | -2330.231 |
| 4 | 4 | 5 | 36.980 | 21.939 | 1.865 | 1.120 | 5 | 4 | -36.980 | -21.939 |
| 5 | 4 | 6 | 3775.932 | 2293.790 | 190.367 | 117.118 | 6 | 4 | -3768.174 | -2293.790 |
| 6 | 6 | 7 | 3740.654 | 2266.144 | 190.976 | 116.230 | 7 | 6 | -3719.484 | -2266.144 |
| 7 | 7 | 8 | 411.223 | 244.028 | 20.900 | 12.717 | 8 | 7 | -411.204 | -244.028 |
| 8 | 8 | 9 | 367.824 | 211.905 | 18.146 | 11.042 | 9 | 8 | -366.980 | -211.905 |
| 9 | 9 | 10 | 270.965 | 160.812 | 13.774 | 8.382 | 10 | 9 | -270.915 | -160.812 |
| 10 | 10 | 11 | 140.795 | 88.287 | 7.565 | 4.604 | 11 | 10 | -140.707 | -88.287 |
| 11 | 11 | 12 | 68.007 | 40.826 | 3.498 | 2.129 | 12 | 11 | -68.005 | -40.826 |
| 12 | 12 | 13 | 68.005 | 40.824 | 3.498 | 2.129 | 13 | 12 | -68.800 | -40.824 |
| 13 | 12 | 14 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 7 | 15 | 3307.260 | 1968.174 | 168.026 | 102.953 | 15 | 7 | -3296.773 | -1968.174 |

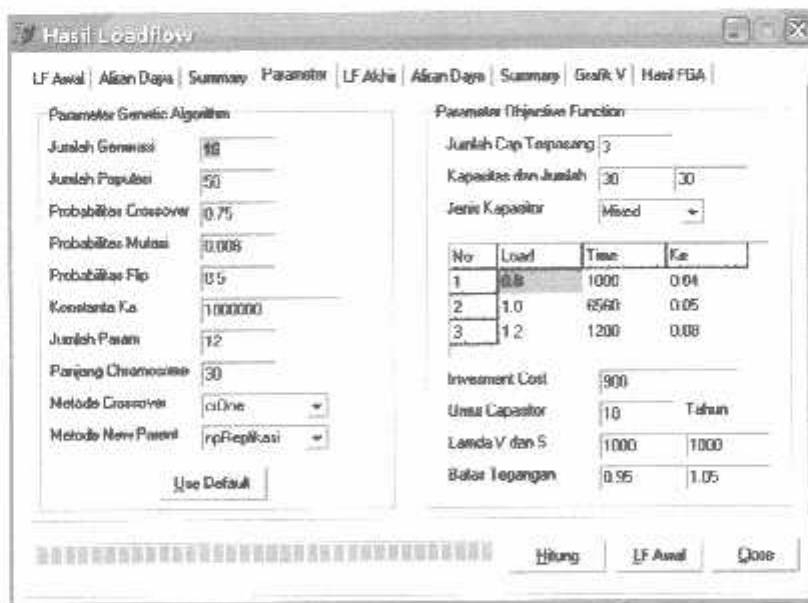
Gambar 4-11. Tampilan Hasil Aliran Daya Sebelum Kompensasi



Gambar 4-12. Tampilan Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi

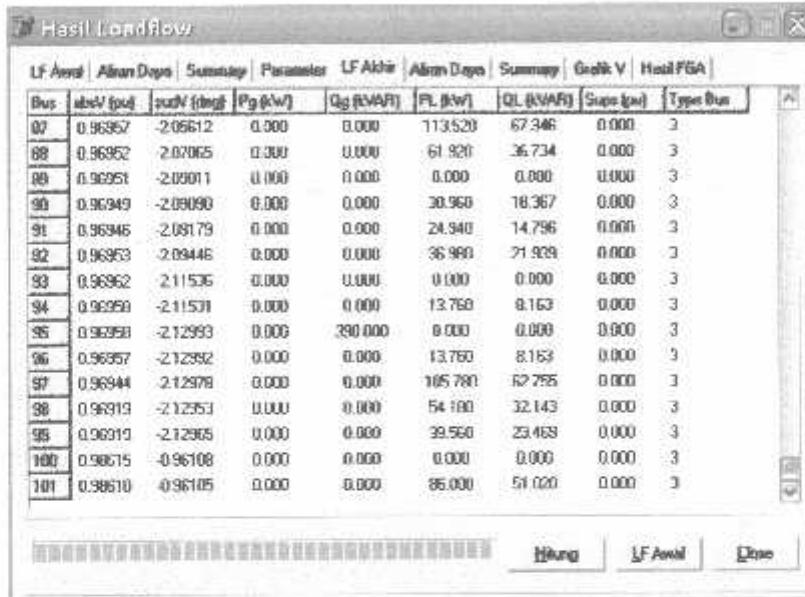
4. Kemudian tekan tombol **Parameter** untuk melihat parameter dari *Genetics*

Algorithm dan parameter *Objective Function* yang digunakan.



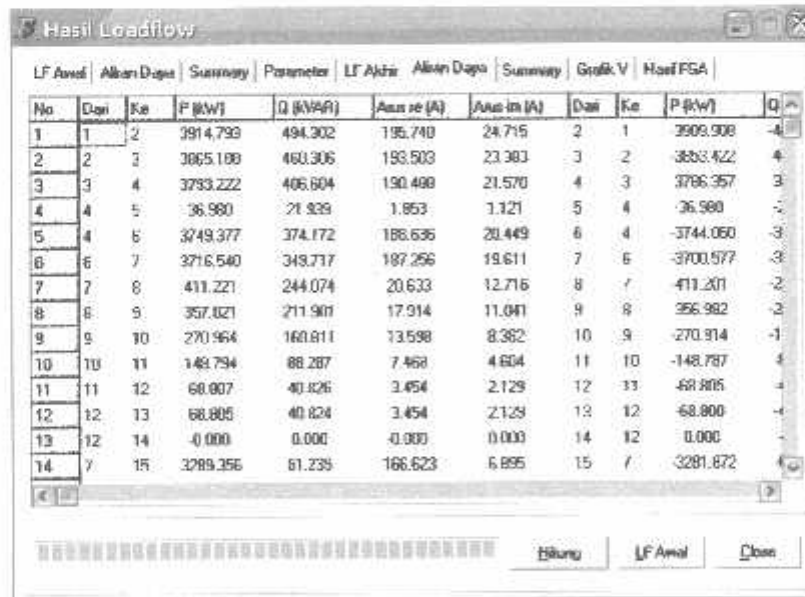
Gambar 4-13. Tampilan Parameter Yang Digunakan

5. Kemudian pilih tombol **Hitung** untuk memperoleh hasil perhitungan Loadflow dan Aliran Daya *Newton Raphson* setelah kompensasi.



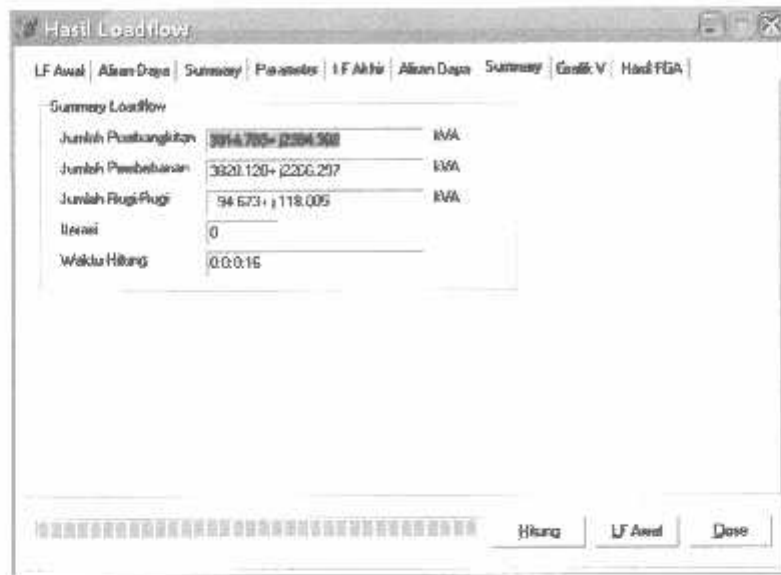
| Bus | absV (pu) | zsdV (deg) | Pg (kW) | Qg (kVAR) | PL (kW) | QL (kVAR) | Supp (pu) | Type Bus |
|-----|-----------|------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| 07 | 0.96957 | -2.05612 | 0.000 | 0.000 | 113.520 | 67.346 | 0.000 | 3 |
| 08 | 0.96952 | -2.07065 | 0.000 | 0.000 | 61.920 | 36.734 | 0.000 | 3 |
| 09 | 0.96951 | -2.09011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 90 | 0.96949 | -2.09090 | 0.000 | 0.000 | 30.960 | 18.367 | 0.000 | 3 |
| 91 | 0.96946 | -2.08179 | 0.000 | 0.000 | 24.940 | 14.796 | 0.000 | 3 |
| 92 | 0.96953 | -2.09446 | 0.000 | 0.000 | 36.960 | 21.929 | 0.000 | 3 |
| 93 | 0.96962 | -2.11536 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 94 | 0.96959 | -2.11531 | 0.000 | 0.000 | 13.760 | 8.163 | 0.000 | 3 |
| 95 | 0.96958 | -2.12993 | 0.000 | 290.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 96 | 0.96957 | -2.12992 | 0.000 | 0.000 | 13.760 | 8.163 | 0.000 | 3 |
| 97 | 0.96944 | -2.12978 | 0.000 | 0.000 | 105.780 | 62.795 | 0.000 | 3 |
| 98 | 0.96919 | -2.12353 | 0.000 | 0.000 | 54.180 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 99 | 0.96919 | -2.12365 | 0.000 | 0.000 | 39.560 | 23.463 | 0.000 | 3 |
| 100 | 0.96715 | -0.96108 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 101 | 0.98610 | -0.96105 | 0.000 | 0.000 | 95.000 | 51.020 | 0.000 | 3 |

Gambar 4-14. Tampilan Hasil Loadflow Setelah Kompensasi



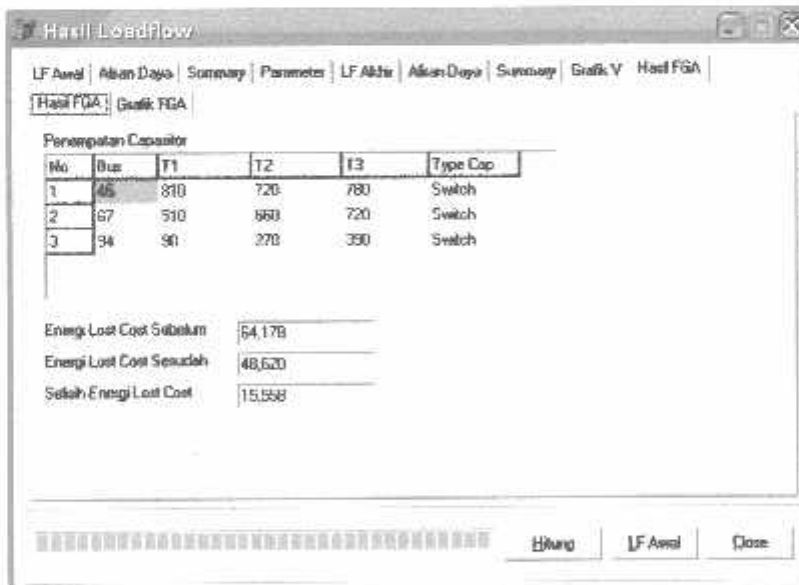
| No | Dari | Ke | P (kW) | Q (kVAR) | Ans re (A) | Ans im (A) | Dari | Ke | P (kW) | Q |
|----|------|----|----------|----------|------------|------------|------|----|-----------|----|
| 1 | 1 | 2 | 3914.799 | 494.302 | 195.710 | 24.715 | 2 | 1 | 3909.908 | -4 |
| 2 | 2 | 3 | 3065.189 | 460.306 | 193.503 | 23.383 | 3 | 2 | 3053.422 | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 3793.222 | 406.604 | 190.498 | 21.570 | 4 | 3 | 3786.357 | 3 |
| 4 | 4 | 5 | 36.960 | 21.929 | 1.853 | 1.121 | 5 | 4 | 36.960 | - |
| 5 | 4 | 6 | 3749.377 | 374.172 | 188.636 | 20.449 | 6 | 4 | -3744.060 | -3 |
| 6 | 6 | 7 | 3716.540 | 343.717 | 187.256 | 19.611 | 7 | 6 | -3700.577 | -3 |
| 7 | 7 | 8 | 411.221 | 244.074 | 20.633 | 12.716 | 8 | 7 | -411.201 | -2 |
| 8 | 8 | 9 | 357.021 | 211.901 | 17.914 | 11.041 | 9 | 8 | -356.982 | -2 |
| 9 | 9 | 10 | 270.964 | 160.611 | 13.598 | 8.382 | 10 | 9 | -270.914 | -1 |
| 10 | 10 | 11 | 143.794 | 88.287 | 7.468 | 4.604 | 11 | 10 | -143.787 | 4 |
| 11 | 11 | 12 | 68.807 | 40.826 | 3.454 | 2.129 | 12 | 11 | -68.805 | 4 |
| 12 | 12 | 13 | 68.805 | 40.824 | 3.454 | 2.129 | 13 | 12 | -68.800 | -1 |
| 13 | 12 | 14 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | - |
| 14 | 7 | 15 | 3289.356 | 61.239 | 166.623 | 6.895 | 15 | 7 | -3281.872 | - |

Gambar 4-15. Tampilan Hasil Aliran Daya Setelah Kompensasi



Gambar 4-16. Tampilan Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Setelah Kompensasi

6. Kemudian pilih tombol **Hasil FGA** untuk mengetahui hasil penempatan kapasitor pada saluran.



Gambar 4-17. Hasil Penempatan Metode Kombinasi *Fuzzy - Genetics Algorithm*

4.5. Hasil dan Analisis Hasil

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

Untuk menentukan lokasi, kapasitas, dan setting kapasitor terlebih dahulu menentukan rugi daya saluran terbesar yang digunakan sebagai input untuk menjalankan metode kombinasi fuzzy dan algoritma genetika agar kapasitor dapat diletakan pada lokasi yang memberikan profil tegangan yang paling optimum. Sedangkan untuk pencarian grafik yang optimal secara random ditentukan oleh program komputer demikian pula untuk perhitungan besar nilai penghematan.

Untuk memudahkan perhitungan dan analisis pada sistem tenaga, biasanya dipakai harga-harga dalam per-unit. Harga per-satuan adalah harga sebenarnya dibagi dengan harga dasar, dimana harga dasar ini dapat dipilih sembarang. Harga yang dipilih pada studi ini adalah 20 kV dan 100 kVA sebagai harga tegangan dasar dan daya dasar. Mengingat bahwa pada jaringan tidak dilakukan pengukuran faktor daya maka pada perhitungan ini mengassumsikan nilai faktor daya sebesar 0.86.

Perhitungan diawali dengan menampilkan *single line diagram* dari penyulang yang mewakili keadaan sistem yang sesungguhnya. Dari gambar 4-4 diperlihatkan *single line diagram* dari penyulang Pujon. Pada penyulang ini jumlah bus dan jumlah saluran masing-masing adalah:

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

Setelah dilakukan analisis aliran daya dengan menggunakan metode *Newton Raphson* maka diperoleh profil tegangan tiap-tiap bus, arus tiap-tiap saluran dan rugi-rugi daya saluran seperti pada table 4-5 sampai tabel 4-7.

Tabel 4-5.
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 | -0.22905 |
| 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 | -0.63411 |
| 10 | 0.97684 | -0.64149 |
| 11 | 0.97677 | -0.64358 |
| 12 | 0.97674 | -0.64452 |

Tabel 4-5 selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4-6.
Aliran Arus Tiap Saluran Penyulang Pujon
Sebelum Kompensasi

| Saluran | Arus real (A) | Arus im (A) |
|---------|------------------|----------------|
| 1-2 | 197.499 | 121.383 |
| 2-3 | 195.259 | 120.051 |
| 3-4 | 192.231 | 118.238 |
| 4-5 | 1.865 | 1.12 |
| 4-6 | 190.367 | 117.118 |
| 6-7 | 188.976 | 116.28 |
| 7-8 | 20.9 | 12.717 |
| 8-9 | 18.146 | 11.042 |
| 9-10 | 13.774 | 8.382 |
| 10-11 | 7.565 | 4.604 |
| 11-12 | 3.498 | 2.129 |
| 12-13 | 3.498 | 2.129 |
| 12-14 | 0.000 | 0.000 |

Tabel 4-6 selanjutnya dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4-7
Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon
Sebelum Kompensasi

| Saluran | P (kW) | Q (kVAR) | Saluran | P (kW) | Q (kVAR) |
|---------|-----------|-------------|---------|-----------|-------------|
| 1-2 | 3949.985 | 2427.663 | 2-1 | -3943.241 | -2417.356 |
| 2-3 | 3898.521 | 2390.259 | 3-2 | -3882.250 | -2365.949 |
| 3-4 | 3822.98 | 2330.234 | 4-3 | -3812.535 | -2315.693 |
| 4-5 | 36.98 | 21.939 | 5-4 | -36.980 | -21.939 |
| 4-6 | 3775.555 | 2293.753 | 6-5 | -3768.176 | -2282.473 |
| 6-7 | 3740.655 | 2266.146 | 7-6 | -3718.486 | -2232.254 |
| 7-8 | 411.223 | 244.078 | 8-7 | -411.203 | -244.047 |
| 8-9 | 357.023 | 211.904 | 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 | -148.767 | -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 | 0 | 14-12 | -0.000 | -0.000 |

Tabel 4-7 selanjutnya dapat dilihat pada lampiran

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Total Pembangkitan | = 3949.982+j2427.659 kVA |
| Total Pembebanan | = 3820.120+j2266.297 kVA |
| Rugi Total Saluran | = 129.862+ j 161.362 kVA |
| Tegangan terendah | = 0,94572 pu pada bus 99 |
| Deviasi tegangan bus maksimum | = 0.05428 pu |
| Maksimum batas pembebanan penyulang | = 45.45 % |

Dari hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa penyulang Pujon perlu dipasang kapasitor untuk menaikan 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 produksi seminim mungkin. Seperti terlihat pada gambar 4-18 tampilan hasil perhitungan dengan metode kombinasi *Fuzzy – Genetics Algorithm*.

The screenshot shows a software window titled "Hasil Loadflow" with the following content:

Menu: LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Sub-menu: Hasil FGA | Grafik FGA

Section: Penempatan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 85 | 810 | 720 | 780 | Switch |
| 2 | 67 | 510 | 550 | 720 | Switch |
| 3 | 94 | 90 | 270 | 390 | Switch |

Summary Statistics:

| | |
|--------------------------|--------|
| Energi Lost Cost Sebelum | 64.178 |
| Energi Lost Cost Setelah | 48.620 |
| Selisih Energi Lost Cost | 15.558 |

Buttons: Hitung | LF Awal | Close

Gambar 4-18. Hasil Penempatan Metode Kombinasi *Fuzzy – Genetics Algorithm*

Dari gambar 4-11 diatas dapat dilihat bahwa kapasitor dipasang pada bus 45 dengan kapasitas 810 kVAR tipe Switch, bus 67 dengan kapasitas 720 kVAR tipe Switch, dan bus 94 dengan kapasitas 390 kVAR tipe Switch. Besar biaya yang dikeluarkan adalah sebesar 48.620 US \$ atau Sebesar Rp. 452.166.000,- (dengan asumsi 1 US \$ adalah Rp. 9.300,-).

Setelah dilakukan pemasangan kapasitor diperoleh perbaikan profil tegangan, penurunan batas pembebanan saluran serta pengurangan rugi-rugi daya saluran. Data dapat dilihat pada tabel 4-9 sampai tabel 4-10.

Tabel 4-9.
Profil Tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon
Setelah Kompensasi

| Bus | Tegangan Abs (pu) | Sudut Fasa (Deg) |
|-----|-------------------|------------------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 |
| 2 | 0.99854 | -0.09881 |
| 3 | 0.99500 | -0.34211 |
| 4 | 0.99293 | -0.48811 |
| 5 | 0.99293 | -0.48821 |
| 6 | 0.99133 | -0.60327 |
| 7 | 0.98652 | -0.95494 |
| 8 | 0.98645 | -0.95683 |
| 9 | 0.98630 | -0.96123 |
| 10 | 0.98604 | -0.96847 |
| 11 | 0.98597 | -0.97052 |
| 12 | 0.98594 | -0.97145 |

Tabel 4-9 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4-10
Aliran Arus Tiap Saluran Penyulang Pujon
Setelah Kompensasi

| Saluran | Arus real (A) | Arus im (A) |
|---------|------------------|----------------|
| 1-2 | 195.740 | 24.715 |
| 2-3 | 193.503 | 23.383 |
| 3-4 | 190.488 | 21.570 |
| 4-5 | 1.853 | 1.121 |
| 4-6 | 188.636 | 20.449 |
| 6-7 | 187.256 | 19.611 |
| 7-8 | 20.633 | 12.716 |
| 8-9 | 17.914 | 11.041 |
| 9-10 | 13.598 | 8.382 |
| 10-11 | 7.468 | 4.604 |
| 11-12 | 3.454 | 2.129 |
| 12-13 | 3.454 | 2.129 |

Tabel 4-10 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4-11
Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon
Setelah Kompensasi

| Saluran | P (kW) | Q (KVAR) | Saluran | P (kW) | Q (KVAR) |
|---------|-----------|-------------|---------|-----------|-------------|
| 1-2 | 3914.793 | 494.302 | 2-1 | -3909.908 | -486.836 |
| 2-3 | 3865.188 | 460.306 | 3-2 | -3853.422 | -442.318 |
| 3-4 | 3793.222 | 406.604 | 4-3 | -3786.357 | -396.111 |
| 4-5 | 36.980 | 21.939 | 5-4 | -36.980 | -21.939 |
| 4-6 | 3749.377 | 374.172 | 6-4 | -3744.060 | -366.043 |
| 6-7 | 3716.540 | 349.717 | 7-6 | -3700.577 | -325.313 |
| 7-8 | 411.221 | 244.074 | 8-7 | -411.201 | -244.044 |
| 8-9 | 357.021 | 211.901 | 9-8 | -356.982 | -211.841 |
| 9-10 | 270.964 | 160.811 | 10-9 | -270.914 | -160.735 |
| 10-11 | 148.794 | 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 |

Tabel 4-11 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran

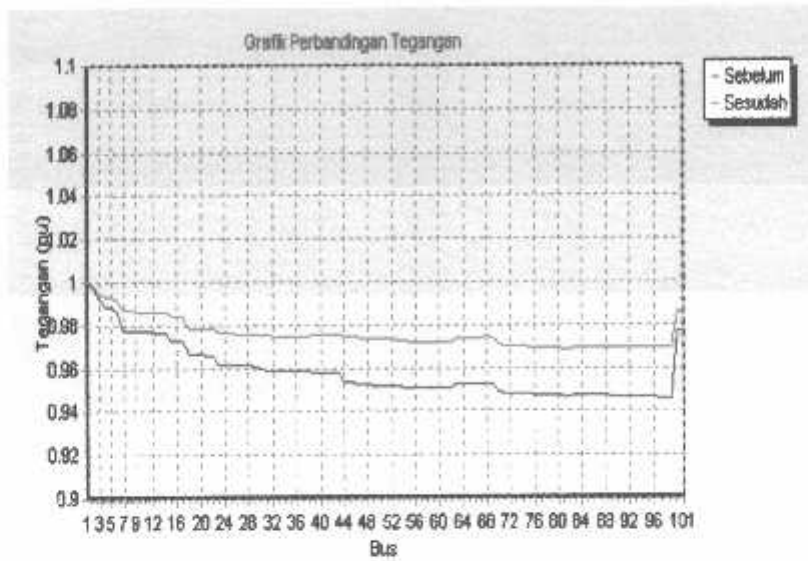
Setelah dilakukan kompensasi, dari hasil aliran daya *Newton Raphson* diperoleh kondisi jaringan sebagai berikut:

- Total Pembangkitan = 3914.793+j2384.302 kVA
- Total Pembebanan = 3820.120+j2266.297 kVA
- Rugi Total Saluran = 94.673+j118.005 kVA
- Tegangan terendah = 0.96919 pu pada bus 99
- Deviasi tegangan bus maksimum = 0.03081 pu
- Maksimum batas pembebanan Penyulang = 53.58%

Untuk lebih lengkapnya hasil metode kombinasi *Fuzzy-Genetics Algorithm* dapat dilihat pada tabel 4-12.

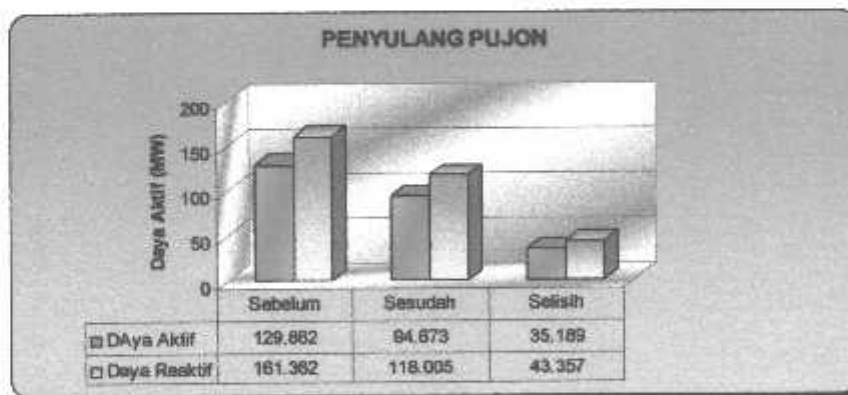
Tabel 4-12
Hasil Program Metode Kombinasi *Fuzzy-Genetics Algorithm*

| No | | Sebelum | Sesudah | | | | |
|----|---|-------------|-------------|------------------|---------|-----|-----|
| | | | Bus | Kapasitas (kVAR) | Setting | | |
| | | | | | L | N | H |
| 1 | Lokasi, kapasitas, dan setting kapasitor yang akan dipasang | | 45 | 810 | 810 | 720 | 780 |
| | | | 67 | 720 | 510 | 660 | 720 |
| | | | 94 | 390 | 90 | 270 | 390 |
| 2 | Tegangan terendah pada bus 99(pu) | 0.94572 | 0.96919 | | | | |
| 3 | Rugi Daya : Aktif (kW) | 129.862 | 94.673 | | | | |
| | Pengurangan (%) | | 27.10 | | | | |
| | Reaktif (kVAR) | 161.362 | 118.005 | | | | |
| | Pengurangan (%) | | 26.87 | | | | |
| 4 | Total Biaya (Rp/Tahun) | 596.855.400 | 452.166.000 | | | | |
| | Selisih (Rp/Tahun) | | 144.689.400 | | | | |
| | Penghematan (%) | | 24.24 | | | | |



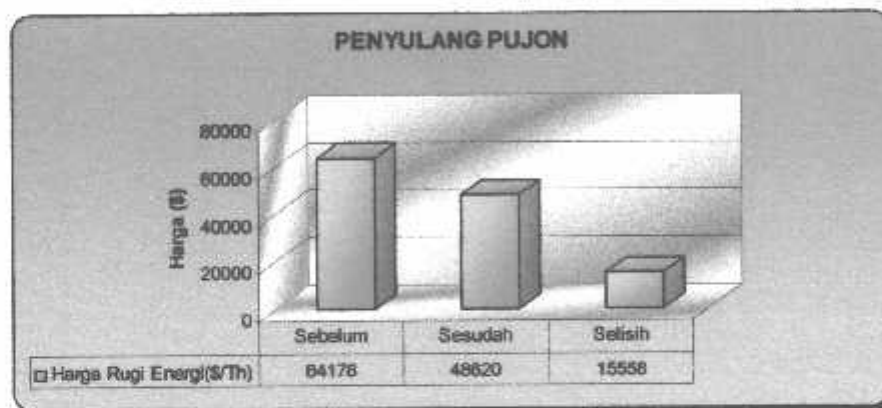
Grafik 4-1. Tegangan Tiap-Tiap Bus Terhadap Asumsi Tegangan Awal, Tegangan Sebelum dan Sesudah Kompensasi.

Dari grafik 4-1 terlihat bahwa tegangan terendah terjadi pada bus 99 sebesar 0.94572 pu dan setelah kompensasi naik menjadi 0.96919 pu. Batas tegangan yang diijinkan oleh PLN adalah sebesar 0.95% sampai 1.05%



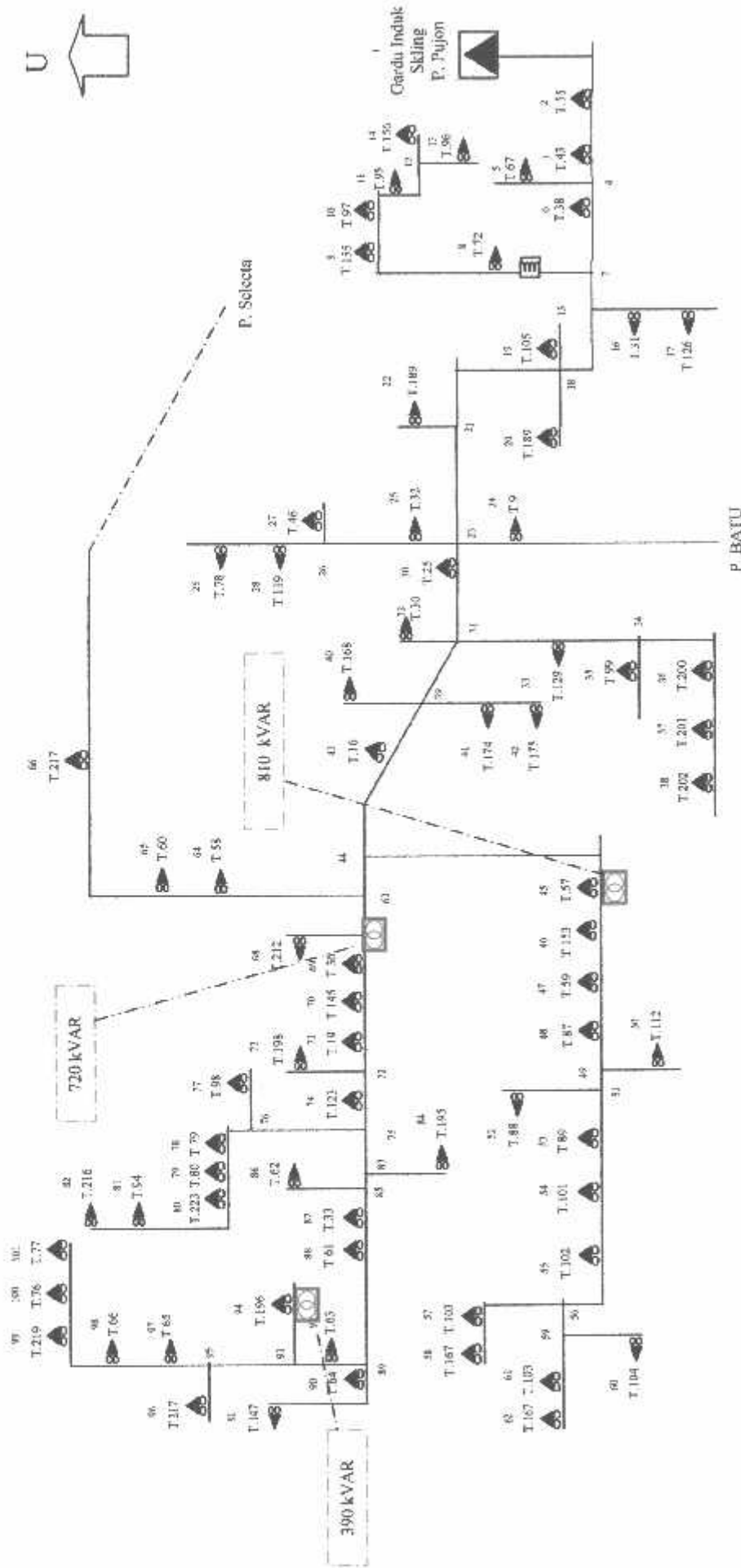
Grafik 4-2. Rugi-Rugi Saluran Sebelum dan Sesudah Kompensasi

Dari grafik 4-2 terlihat bahwa penurunan rugi daya aktif adalah 35.189 kW dari 129.862 kW menjadi 94.673 kW sehingga terjadi penurunan sebesar 27.10 %, Sedangkan untuk daya reaktif juga terjadi penurunan sebesar 43.357 kVAR dari 161.362 kVAR menjadi 118.005 kVAR sehingga terjadi penurunan sebesar 26.87 %



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

Dari grafik 4-3 diatas dapat lihat bahwa biaya yang dikeluarkan sebelum kompensasi sebesar 64.178 \$/Tahun atau sebesar Rp. 596.855.400,-/Tahun dan besar biaya yang dikeluarkan sesudah kompensasi adalah sebesar 48.620 US \$ atau sebesar Rp. 452.166.000,-/Tahun sehingga diperoleh nilai penghematan sebesar 24.24 % atau sebesar Rp.144.689.400,-/Tahun (dengan asumsi 1 US \$ adalah Rp. 9.300,-).



Keterangan

- GARDU INDUK
- TRAFO
- Penempatan Kapasitor Metode Kombinasi Fuzzy-GA

Gambar 4-19. Single Line Diagram Penempatan Kapasitor Metode Kombinasi Fuzzy- Genetic Algorithm

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode kombinasi ini letak kapasitor yang optimal terletak pada bus 45 dengan kapasitas 810 kVAR dengan setting 810 kVAR pada level beban Rendah, 720 kVAR pada level beban Normal, dan 780 kVAR pada level beban Tinggi. Bus 67 dengan kapasitas 720 kVAR dengan setting 510 kVAR pada level beban Rendah, 660 kVAR pada level beban Normal, dan 720 kVAR pada level beban Tinggi. Dan pada bus 94 dengan kapasitas 390 kVAR dengan setting 90 kVAR pada level beban Rendah, 270 kVAR pada level Normal, dan 390 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 0.96919 pu atau sebesar 19.3838 kV.
-

3. Besarnya penurunan rugi-rugi daya setelah kompensasi dengan metode kombinasi *Fuzzy–Genetic Algorithm* : rugi daya aktif sebesar 27.10 % dari 129.862 kW menjadi 94.673 kW , dan daya reaktif sebesar 26.87 % dari 161.362 kVAR menjadi 118.005 kVAR.
4. Nilai penghematan yang diperoleh setelah kompensasi dengan metode kombinasi *Fuzzy–Genetic Algorithm* sebesar Rp. 144.689.400/Tahun atau sebesar 24.24%, dimana biaya sebelum pemasangan sebesar 64.178\$/Tahun atau sebesar Rp. 596.855.400,-/Tahun, dan total biaya setelah pemasangan sebesar 48.620\$/Tahun atau sebesar Rp.452.166.000,-/Tahun (dengan asumsi 1\$/ adalah Rp. 9300,-).

5.2 Saran

Penggunaan metode kombinasi *Fuzzy–Genetic Algorithm* perlu dikembangkan dengan menerapkannya pada sistem dengan penyulang yang lebih banyak, baik dari dalam satu Gardu Induk maupun antar Gardu Induk yang masih saling berhubungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ying-Tung Hsiao, Chia-Hong Chen, Cheng-Chih Chien, *Optimal Capacitor Placement in Distribution System Using a Combination Fuzzy-GA Method*, Electrical Power and Energy System Vol 26, 2004.
 - [2] William D. Stevenson Jr, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta, 1996
 - [3] Hasan Basri, *Sistem Distribusi Tenaga Listrik* Balai Penerbit dan Humas ISTN, Jakarta, 1996.
 - [4] A. S. Pabla , *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1986
 - [5] Djiteng Marsudi, *Operasi Sitem Tenaga Listrik*, Balai Penerbit dan Humas ISTN, 1990.
-

LAMPIRAN 1

DATA-DATA

LAMPIRAN PARAMETER COBA-COBA UNTUK PARAMETER GA

1. Untuk Jumlah Generasi = 5

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil PGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 5
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.75
 Probabilitas Mutasi: 0.005
 Probabilitas Flip: 0.5
 Konstanta Ka: 1000000
 Jumlah Parent: 12
 Panjang Chromosome: 30
 Metode Crossover:
 Metode Non Parent:

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Tapping: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 30 30
 Jenis Kapasitor:

| No | Load | Time | Kv |
|----|------|------|------|
| 1 | 0.8 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 2000 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1000 | 0.06 |

Investment Cost: 1000
 Unit Capacitor: 10 \$/kvar
 Load V dan S: 1000 1000
 Ratio Tapangin: 0.95 1.05

Use Default

Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil PGA

| Bus | Volt (pu) | Angle (deg) | P (MW) | Q (MVAR) | PL (MW) | QL (MVAR) | Tap (pu) | Type Bus |
|-----|-----------|-------------|----------|----------|---------|-----------|----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3918.431 | 977.524 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99233 | -0.00171 | 0.000 | 0.000 | 44.720 | 261.301 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99429 | -0.01027 | 0.000 | 0.000 | 68.200 | 25.114 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99192 | -0.01100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 5 | 0.99191 | -0.01119 | 0.000 | 0.000 | 36.980 | 21.939 | 0.000 | 1 |
| 6 | 0.98607 | -0.02752 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 16.226 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98452 | -0.02279 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.98445 | -0.02461 | 0.000 | 0.000 | 54.100 | 32.143 | 0.000 | 1 |
| 9 | 0.98429 | -0.02809 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.98404 | -0.02630 | 0.000 | 0.000 | 122.320 | 72.449 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.98397 | -0.02806 | 0.000 | 0.000 | 79.980 | 47.429 | 0.000 | 1 |
| 12 | 0.98393 | -0.02920 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 13 | 0.98383 | -0.02222 | 0.000 | 0.000 | 68.800 | 40.816 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.98299 | -0.02829 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.98175 | -0.02336 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

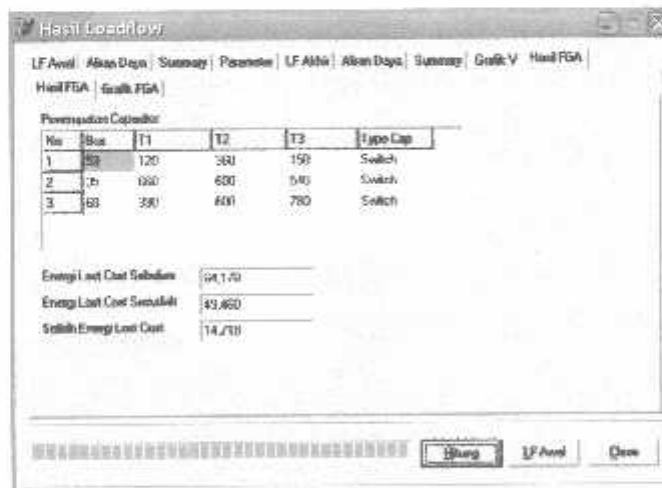
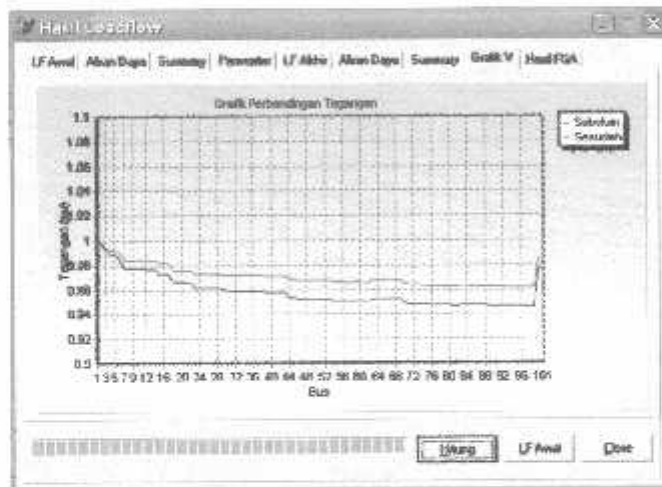
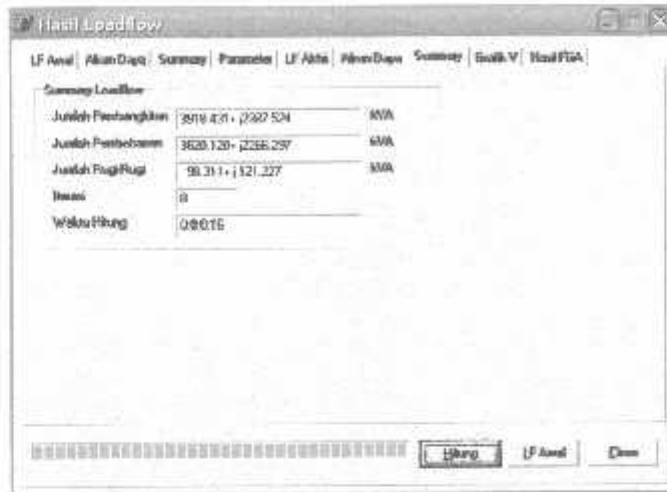
Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil PGA

| No | Dist | Kv | P (MW) | Q (MVAR) | Area (A) | Area (S) | Dist | Kv | P (MW) | Q (MVAR) |
|----|------|----|----------|----------|----------|----------|------|----|-----------|----------|
| 1 | 1 | 7 | 3918.431 | 977.524 | 195.927 | 45.876 | 2 | 1 | -871.260 | -4.0 |
| 2 | 2 | 3 | 3869.630 | 983.238 | 193.094 | 44.569 | 3 | 2 | -3093.392 | -9.0 |
| 3 | 3 | 4 | 3796.197 | 928.812 | 180.467 | 42.721 | 4 | 3 | 3789.895 | 16.0 |
| 4 | 4 | 5 | 36.980 | 21.939 | 1.825 | 1.127 | 5 | 4 | 36.980 | -2.0 |
| 5 | 4 | 6 | 3752.096 | 776.872 | 188.811 | 41.611 | 6 | 4 | 3746.964 | 7.0 |
| 6 | 5 | 7 | 3719.046 | 771.295 | 187.490 | 40.773 | 7 | 5 | -3780.478 | -7.0 |
| 7 | 7 | 8 | 411.221 | 244.075 | 20.691 | 12.716 | 8 | 7 | -471.202 | -3.0 |
| 8 | 8 | 9 | 387.022 | 211.362 | 17.196 | 11.041 | 9 | 8 | -396.382 | -3.0 |
| 9 | 9 | 10 | 270.964 | 160.811 | 13.626 | 8.361 | 10 | 9 | 270.914 | -4.0 |
| 10 | 10 | 11 | 140.794 | 86.287 | 7.489 | 4.624 | 11 | 10 | 148.787 | 6.0 |
| 11 | 11 | 12 | 68.800 | 40.808 | 3.462 | 2.121 | 12 | 11 | 68.805 | -4.0 |
| 12 | 12 | 13 | 68.805 | 40.804 | 3.462 | 2.121 | 13 | 12 | 68.800 | -4.0 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | 0.0 |
| 14 | 7 | 15 | 3291.268 | 808.882 | 166.738 | 26.957 | 15 | 7 | -3293.965 | -4.0 |

Hitung LF Awal Close



2. Untuk Jumlah Generasi = 15

Hasil Loadflow

LF Area | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Area | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 15
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.75
 Probabilitas Mutasi: 0.001
 Probabilitas Flip: 0.5
 Konstanta Ka: 1000000
 Jumlah Papan: 12
 Panjang Chromosome: 30
 Metode Crossover: rlnx
 Metode New Parent: rpReplikasi

Parameter Objective Function

Jumlah Gap Toleransi: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 30 | 30
 Jenis Kapasitor: None

| No | Load | Time | Ke |
|----|------|------|------|
| 1 | 0.8 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 2500 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.06 |

Investment Cost: 900
 Umur Capacitor: 0 Tahun
 Jumlah V dan S: 1000 | 1000
 Data Tegangan: 0.95 | 1.05

Hitung LF Area Close

Hasil Loadflow

LF Area | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Area | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | Vol (pu) | Surf (MW) | Pu (W) | Qs (MVAR) | PL (W) | QL (MVAR) | Scap (pu) | Type Bus |
|-----|----------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3914.793 | 494.302 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99874 | 0.89860 | 0.000 | 0.000 | 44.720 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99900 | 0.34211 | 0.000 | 0.000 | 60.200 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99250 | 0.40619 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.99253 | 0.48827 | 0.000 | 0.000 | 36.300 | 21.309 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.99133 | 0.60377 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 16.205 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98922 | 0.55434 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.98845 | 0.99689 | 0.000 | 0.000 | 94.180 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.98630 | 0.95120 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.98904 | 0.96647 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 22.440 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.98997 | 0.97052 | 0.000 | 0.000 | 79.580 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.98994 | 0.37145 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.99904 | 0.37437 | 0.000 | 0.000 | 68.800 | 40.076 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.99904 | 0.97145 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.99420 | -1.15136 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

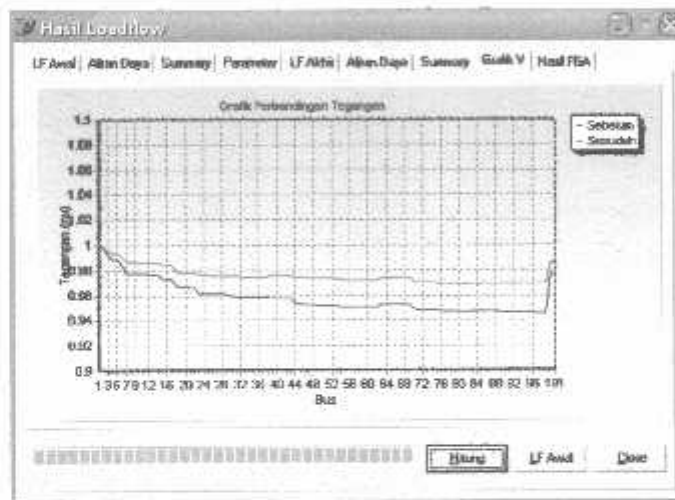
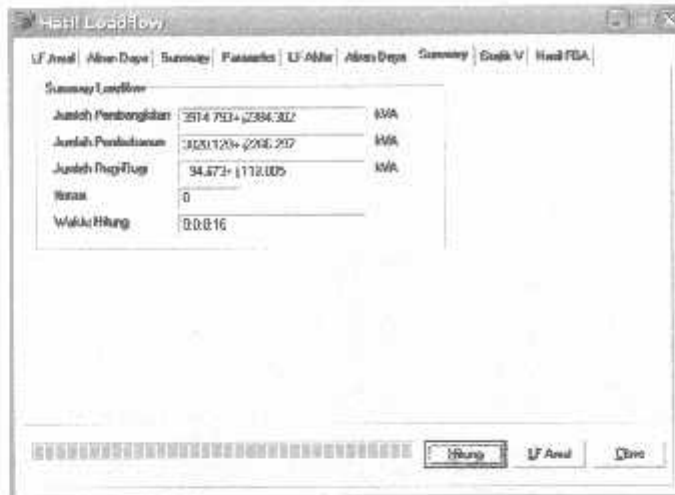
Hitung LF Area Close

Hasil Loadflow

LF Area | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Area | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Das | Ke | P (W) | Q (MVAR) | Area (W) | Area (M) | Das | Ke | P (W) | Q |
|----|-----|----|----------|----------|----------|----------|-----|----|-----------|----|
| 1 | 1 | 2 | 3914.793 | 494.302 | 125.740 | 24.715 | 2 | 1 | 3909.808 | 0 |
| 2 | 2 | 3 | 3065.160 | 400.306 | 193.903 | 21.383 | 3 | 2 | -853.422 | -4 |
| 3 | 3 | 4 | 2790.292 | 406.924 | 190.488 | 21.520 | 4 | 3 | -3786.267 | -3 |
| 4 | 4 | 5 | 36.300 | 21.309 | 1.050 | 1.124 | 5 | 4 | 36.300 | -1 |
| 5 | 4 | 6 | 3749.377 | 374.172 | 188.635 | 20.449 | 6 | 4 | -3744.000 | -3 |
| 6 | 6 | 7 | 3716.540 | 349.717 | 187.236 | 19.871 | 7 | 6 | -3700.577 | -3 |
| 7 | 7 | 8 | 411.221 | 244.074 | 20.630 | 12.216 | 8 | 7 | 411.201 | 2 |
| 8 | 8 | 9 | 367.027 | 271.909 | 17.914 | 11.041 | 9 | 8 | -356.362 | -2 |
| 9 | 9 | 10 | 270.564 | 160.811 | 13.998 | 6.382 | 10 | 9 | -270.914 | -1 |
| 10 | 10 | 11 | 146.794 | 88.267 | 7.400 | 4.084 | 11 | 10 | 146.797 | 1 |
| 11 | 11 | 12 | 68.800 | 40.626 | 3.454 | 2.129 | 12 | 11 | 68.800 | -4 |
| 12 | 12 | 13 | 68.800 | 40.626 | 3.454 | 2.129 | 13 | 12 | 68.800 | -4 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 13 | 0.000 | 0 |
| 14 | 7 | 15 | 3289.366 | 89.239 | 165.620 | 6.895 | 15 | 7 | 3281.872 | 0 |

Hitung LF Area Close



Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FSA

Hasil FSA | Bus, FSA

Parameter Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 45 | 810 | 720 | 780 | Switch |
| 2 | 67 | 510 | 660 | 720 | Switch |
| 3 | 94 | 90 | 270 | 360 | Switch |

Energy Lost Cost Sebelum: 64.179

Energy Lost Cost Setelah: 48.620

Switch Energy Lost Cost: 15.750

Hitung LF Awal Close

3. Untuk Jumlah Populasi = 30

Hasil Loadflow

LF Aard | Aliran Daya | Summary | Parameter | LFAard | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 30
 Probabilitas Crossover: 0.75
 Probabilitas Mutasi: 0.005
 Probabilitas Flip: 0.15
 Konstanta Ka: 100000
 Jumlah Parent: 12
 Panjang Chromosome: 30
 Metode Crossover: uDisc
 Metode New Parent: rffReplasi

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Terpasang: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 30 | 30
 Jenis Kapasitor: Mixed

| No | Low | Time | Kc |
|----|-----|------|------|
| 1 | 0.0 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 6900 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.08 |

Investment Cost: 300
 Linear Capacitor: 10 Tahun
 Losses V dan S: 1000 | 1000
 Status Tegangan: 0.95 | 1.05

Hitung | LF Aard | Close

Hasil Loadflow

LF Aard | Aliran Daya | Summary | Parameter | LFAard | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | Load (MW) | Load (MVar) | P _g (MW) | Q _g (MVar) | PL (MW) | QL (MVar) | Supra (MW) | Type Bus |
|-----|-----------|-------------|---------------------|-----------------------|---------|-----------|------------|----------|
| 1 | 0.0000 | 0.0000 | 3914.764 | 574.367 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.59852 | -0.79827 | 0.000 | 0.000 | 44.726 | 26.530 | 0.000 | 2 |
| 3 | 0.39435 | -0.54225 | 0.000 | 0.000 | 60.290 | 35.714 | 0.000 | 2 |
| 4 | 0.50295 | -0.48545 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.59295 | -0.48954 | 0.000 | 0.000 | 36.980 | 21.939 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.30124 | -0.59008 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 15.325 | 0.000 | 2 |
| 7 | 0.39639 | -0.54974 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.59631 | -0.50153 | 0.000 | 0.000 | 54.190 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.39615 | -0.50000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.09550 | -0.96377 | 0.000 | 0.000 | 122.740 | 72.448 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.59593 | -0.95533 | 0.000 | 0.000 | 70.980 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.99590 | -0.96625 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.99570 | -0.96390 | 0.000 | 0.000 | 68.880 | 40.090 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.99590 | -0.96725 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.99402 | -1.14902 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

Hitung | LF Aard | Close

Hasil Loadflow

LF Aard | Aliran Daya | Summary | Parameter | LFAard | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Bus | Bus | P (MW) | Q (MVar) | Area (MVA) | Area (MVA) | Dist | Kc | P (MW) | Q (MVar) |
|----|-----|-----|----------|----------|------------|------------|------|----|-----------|----------|
| 1 | 1 | 2 | 3914.764 | 574.367 | 150.730 | 25.270 | 2 | 1 | -3909.870 | 574.367 |
| 2 | 2 | 3 | 3995.190 | 490.367 | 190.509 | 24.896 | 3 | 2 | -3992.352 | 490.367 |
| 3 | 3 | 4 | 3733.162 | 436.620 | 190.407 | 23.073 | 4 | 3 | -3706.264 | 436.620 |
| 4 | 4 | 5 | 35.990 | -71.939 | 1.803 | 1.121 | 5 | 4 | -36.980 | -71.939 |
| 5 | 4 | 6 | 3749.304 | 404.170 | 188.534 | 21.953 | 6 | 4 | -3743.976 | 404.170 |
| 6 | 6 | 7 | 3716.400 | 320.700 | 187.754 | 21.185 | 7 | 6 | -3700.467 | 320.700 |
| 7 | 7 | 8 | 411.221 | 244.074 | 20.637 | 12.715 | 8 | 7 | -411.261 | -244.074 |
| 8 | 8 | 9 | 357.821 | 211.901 | 17.960 | 11.041 | 9 | 8 | -356.982 | -211.901 |
| 9 | 9 | 10 | 270.964 | 160.071 | 13.020 | 8.381 | 10 | 9 | -270.914 | -160.071 |
| 10 | 10 | 11 | 148.794 | 88.207 | 7.470 | 4.934 | 11 | 10 | -148.787 | -88.207 |
| 11 | 11 | 12 | 88.807 | 40.625 | 3.454 | 2.123 | 12 | 11 | -88.805 | -40.625 |
| 12 | 12 | 13 | 68.955 | 40.034 | 3.454 | 2.123 | 13 | 12 | -68.900 | -40.034 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 7 | 15 | 3785.247 | 171.781 | 156.817 | 9.398 | 15 | 7 | -3781.752 | 171.781 |

Hitung | LF Aard | Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Summary Loadflow

Jumlah Pembangkitan: 2014.764+ (2004.207) MVA

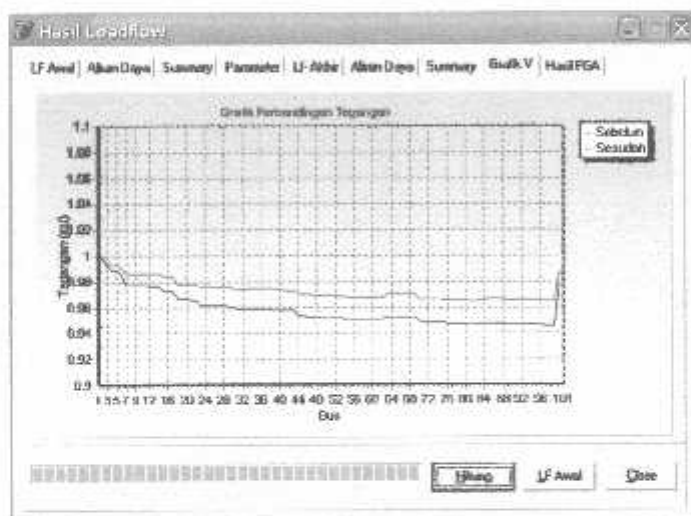
Jumlah Pembebanan: 3020.126+ (2066.297) MVA

Jumlah Plug-Flag: 94.644+ (113.070) MVA

Time: 0

Waktu Hitung: 0.0015

Hitung | LF Awal | Done



Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Penempatan Kapasitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 35 | 750 | 570 | 020 | Switch |
| 2 | 36 | 690 | 450 | 360 | Switch |
| 3 | 24 | 720 | 720 | 040 | Switch |

Energi Lost Cost Sebelum: 64,170

Energi Lost Cost Setelah: 49,136

Selisih Energi Lost Cost: 15,140

Hitung | LF Awal | Done

4. Untuk Jumlah Populasi = 60

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LFA134 | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 60
 Probabilitas Crossover: 0.75
 Probabilitas Mutasi: 0.008
 Probabilitas Flip: 0.5
 Kromosom Ka: 7000000
 Jumlah Parent: 12
 Panjang Chromosom: 31
 Metode Crossover: c2mc
 Metode New Parent: rcFlip-coi

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Terpasang: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 30 31
 Jenis Kapasitor: Mstwt

| No | Level | Time | Ke |
|----|-------|------|------|
| 1 | 0.8 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 8500 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.06 |

Investment Cost: 900
 Umur Kapasitor: 10 Tahun
 Load V dan S: 1000 1000
 Biaya Tegangan: 0.95 1.05

Hitung LF Anal Done

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LFA134 | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | Vol (kV) | Ang (deg) | Pg (MW) | Qg (MVAR) | PL (MW) | QL (MVAR) | Supr (p.u) | Type Bus |
|-----|----------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|------------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3920.132 | 1161.144 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.98021 | -0.08838 | 0.000 | 0.000 | 44.729 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.98388 | 0.30118 | 0.000 | 0.000 | 60.200 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.98133 | -0.42170 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.98133 | -0.42170 | 0.000 | 0.000 | 36.980 | 21.323 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.98574 | 0.53106 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 16.320 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98336 | 0.84090 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.98336 | 0.84090 | 0.000 | 0.000 | 54.180 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.00314 | -0.04223 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.98289 | 0.95461 | 0.000 | 0.000 | 122.169 | 72.448 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.98289 | 0.95461 | 0.000 | 0.000 | 73.360 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.98229 | -0.05751 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.98260 | -0.06045 | 0.000 | 0.000 | 68.800 | 40.616 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.98270 | -0.05751 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.98034 | 1.01239 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

Hitung LF Anal Done

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LFA134 | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Das | Ke | P (MW) | Q (MVAR) | Ang (°) | Ang (°) | Das | Ke | P (MW) | Q (MVAR) |
|----|-----|----|----------|----------|---------|---------|-----|----|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 2 | 3920.132 | 1161.144 | 196.307 | 58.057 | 2 | 1 | 3914.989 | 1161.144 |
| 2 | 2 | 3 | 3970.160 | 1120.590 | 193.769 | 56.725 | 3 | 2 | -3057.543 | -1120.590 |
| 3 | 3 | 4 | 3797.343 | 1071.993 | 190.798 | 54.912 | 4 | 3 | -3709.981 | -1071.993 |
| 4 | 4 | 5 | 36.980 | 21.939 | 1.957 | 1.121 | 5 | 4 | -36.980 | -21.939 |
| 5 | 5 | 6 | 3753.803 | 1058.790 | 189.930 | 53.750 | 6 | 5 | -3747.306 | -1058.790 |
| 6 | 6 | 7 | 3719.046 | 1013.250 | 187.518 | 52.864 | 7 | 6 | -3702.691 | -1013.250 |
| 7 | 7 | 8 | 411.222 | 244.070 | 20.725 | 12.716 | 8 | 7 | -411.222 | -244.070 |
| 8 | 8 | 9 | 357.022 | 211.907 | 17.994 | 11.040 | 9 | 8 | -357.022 | -211.907 |
| 9 | 9 | 10 | 270.964 | 160.811 | 13.658 | 8.389 | 10 | 9 | -270.964 | -160.811 |
| 10 | 10 | 11 | 148.794 | 88.287 | 7.601 | 4.694 | 11 | 10 | -148.794 | -88.287 |
| 11 | 11 | 12 | 58.807 | 40.024 | 3.469 | 2.129 | 12 | 11 | -58.807 | -40.024 |
| 12 | 12 | 13 | 68.805 | 40.024 | 3.469 | 2.129 | 13 | 12 | -68.805 | -40.024 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 13 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 7 | 15 | 3291.470 | 743.149 | 166.785 | 48.238 | 15 | 7 | -3293.549 | -743.149 |

Hitung LF Anal Done

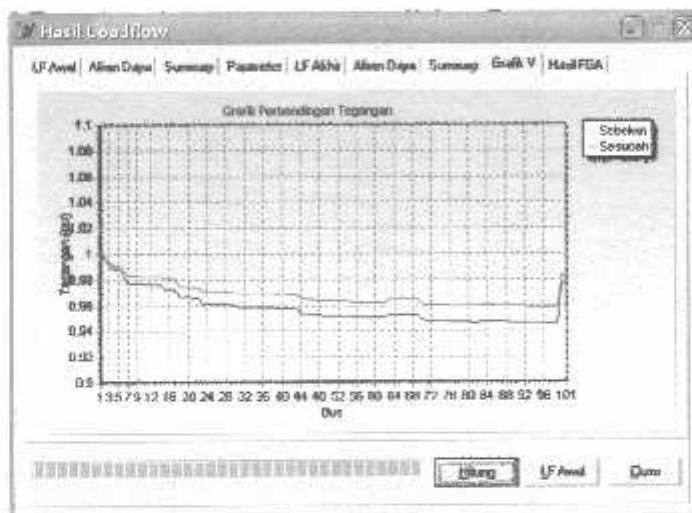
Hasil LoadFlow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Summary Loadflow

| | | |
|---------------------|----------------------|-----|
| Jumlah Pembangkitan | 3520.132 + j2391.144 | MVA |
| Jumlah Pembebanan | 3520.132 + j2391.217 | MVA |
| Jumlah Hug-Hug | 100.017 + j124.847 | MVA |
| Loss | 0 | |
| Waktu Hitung | 0.0015 | |

Hitung | LF Awal | Data



Hasil LoadFlow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Penempatan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 78 | 420 | 210 | 300 | Switch |
| 2 | 87 | 870 | 720 | 360 | Switch |
| 3 | 30 | 600 | 600 | 480 | Switch |

Energy Lost Cost Sebelum: 64,178

Energy Lost Cost Setelah: 49,139

Sebelum Energi Lost Cost: 15,039

Hitung | LF Awal | Data

5. Untuk Probabilitas Crossover = 0.85

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil PGB

Parameter Generik Algoritma

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.05
 Probabilitas Mutasi: 0.005
 Probabilitas Fit: 0.5
 Konstanta Ka: 1000000
 Jumlah Partikel: 12
 Panjang Chromosom: 30
 Metode Crossover: cDns
 Metode New Parent: replikasi

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Tegangan: 3
 Kapasitor dan Jumlah: 30 30
 Jenis Kapasitor: Mixed

| No | Load | Time | Ka |
|----|------|------|------|
| 1 | 0.8 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 6000 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.08 |

Investment Cost: 900
 Umur Kapasitor: 10 Tahun
 Lambda V dan S: 1000 1000
 Batas Tegangan: 0.95 1.05

Hitung LF Awal Done

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil PGB

| Bus | absV (pu) | angV (deg) | P (kW) | Q (kVAR) | PL (kW) | QL (kVAR) | Sup (pu) | Type Bus |
|-----|-----------|------------|---------|----------|---------|-----------|----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 305.861 | 178.662 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99968 | -0.10481 | 0.000 | 780.000 | 44.720 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99493 | -0.32325 | 0.000 | 0.000 | 60.200 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99219 | -0.46224 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.99210 | -0.46744 | 0.000 | 0.000 | 36.980 | 21.509 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.99021 | -0.56811 | 0.000 | 541.000 | 27.520 | 16.290 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98369 | -0.86289 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.98361 | -0.85570 | 0.000 | 0.000 | 54.180 | 32.142 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.98340 | -0.86021 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.98320 | -0.86749 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 72.448 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.98113 | -0.86296 | 0.000 | 0.000 | 71.900 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.98310 | -0.87049 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.98308 | -0.87340 | 0.000 | 0.000 | 68.800 | 40.816 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.98210 | -0.87049 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.98027 | -1.01105 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

Hitung LF Awal Done

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil PGB

| No | Dist | Ka | P (kW) | Q (kVAR) | Power (W) | Power (k) | Dist | Ka | P (kW) | Q (kVAR) |
|----|------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------|-----------|--------|----------|
| 1 | 2 | 3356.661 | 170.052 | 196.343 | 8.933 | 2 | 1 | -3022.013 | -1 | |
| 2 | 3 | 3077.293 | 924.722 | 194.035 | 46.652 | 3 | 2 | 3854.959 | -9 | |
| 3 | 4 | 3804.793 | 870.151 | 131.019 | 44.838 | 4 | 3 | 3797.067 | -4 | |
| 4 | 4 | 36.980 | -21.939 | 1.895 | 1.121 | 5 | 4 | -36.980 | -4 | |
| 5 | 4 | 3708.500 | 807.220 | 189.164 | 43.719 | 6 | 4 | -3795.000 | -8 | |
| 6 | 6 | 3727.980 | 1382.383 | 167.638 | 71.699 | 7 | 6 | 3709.257 | -1 | |
| 7 | 7 | 411.222 | 244.070 | 20.715 | 12.716 | 8 | 7 | 411.202 | -2 | |
| 8 | 8 | 357.022 | 211.902 | 17.986 | 11.041 | 9 | 8 | -365.962 | -2 | |
| 9 | 9 | 270.964 | 163.813 | 7.1652 | 0.362 | 10 | 9 | 270.914 | -1 | |
| 10 | 10 | 148.794 | 88.282 | 7.459 | 4.604 | 11 | 10 | 148.707 | -4 | |
| 11 | 11 | 68.807 | 40.095 | 3.467 | 2.129 | 12 | 11 | -68.805 | -4 | |
| 12 | 12 | 68.805 | 40.824 | 3.467 | 2.129 | 13 | 12 | 68.800 | -4 | |
| 13 | 12 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 13 | 0.000 | -4 | |
| 14 | 7 | 2296.136 | 1110.571 | 166.783 | 58.942 | 15 | 7 | -2088.710 | -1 | |

Hitung LF Awal Done

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Summary Loadflow

Jumlah Pembangkitan 3926.961 + j2390.662 MVA

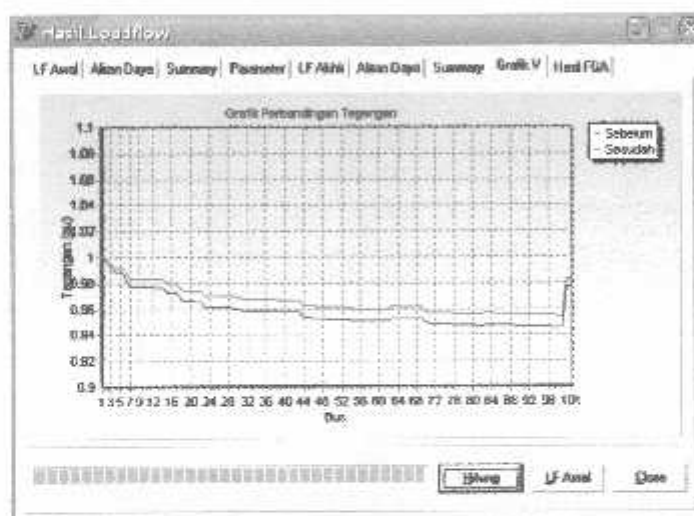
Jumlah Pembebanan 3830.123 + j2396.297 MVA

Jumlah Rugi/Rugi 100.741 + j102.365 MVA

Itensi 0

Waktu Hitung 0:00:15

Hitung LF Awal Done



Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Penempatan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap. |
|----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 1 | 3 | 300 | 600 | 700 | Switch |
| 2 | 5 | 800 | 500 | 500 | Switch |
| 3 | 25 | 600 | 200 | 800 | Switch |

Energy Lost Cost Sebelum 64,178

Energy Lost Cost Setelah 59,395

Sebelum Energy Lost Cost 4,024

Hitung LF Awal Done

6. Untuk Probabilitas Crossover = 0.65

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.65
 Probabilitas Mutasi: 0.000
 Probabilitas Flip: 0.5
 Konstanta Ka: 1000000
 Jumlah Pohon: 12
 Panjang Chromosome: 30
 Metode Crossover: c-Over
 Metode New Point: noFlipKa

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Tegangan: 3
 Kapasitor dan Jumlah: 30 30
 Jenis Kapasitor: Mwoe

| No | Load | Time | Ke |
|----|------|------|------|
| 1 | 0.0 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 0500 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.08 |

Investment Cost: 0.60
 Usia Capasitor: 10 Tahun
 Level V dan S: 1000 1000
 Bulan Pengeran: 0.95 1.05

Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | Vol (pu) | Angle (deg) | Pg (W) | Qg (MVAR) | Pi (W) | Qi (MVAR) | Sup (pu) | Type Bus |
|-----|----------|-------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 2916.564 | 006.470 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99875 | -0.07102 | 0.000 | 0.000 | 44.720 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99475 | -0.21792 | 0.000 | 0.000 | 60.200 | 26.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99190 | -0.45760 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.99158 | -0.45368 | 0.000 | 0.000 | 30.900 | 21.021 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.99016 | -0.56061 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 16.326 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98467 | -0.98758 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.98000 | -0.98948 | 0.000 | 0.000 | 54.180 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.98445 | -0.85390 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.98419 | -0.90116 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 77.446 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.98412 | -0.90322 | 0.000 | 0.000 | 79.980 | 47.443 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.98409 | -0.90416 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.98388 | -0.90708 | 0.000 | 0.000 | 60.000 | 40.616 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.98382 | -0.90416 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.98103 | -1.06830 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

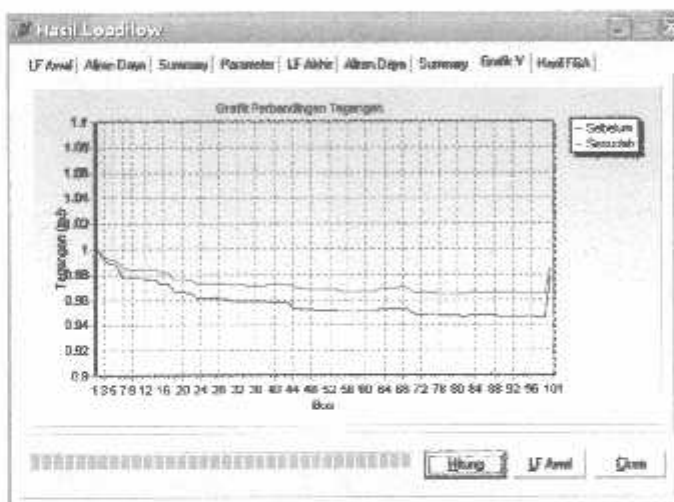
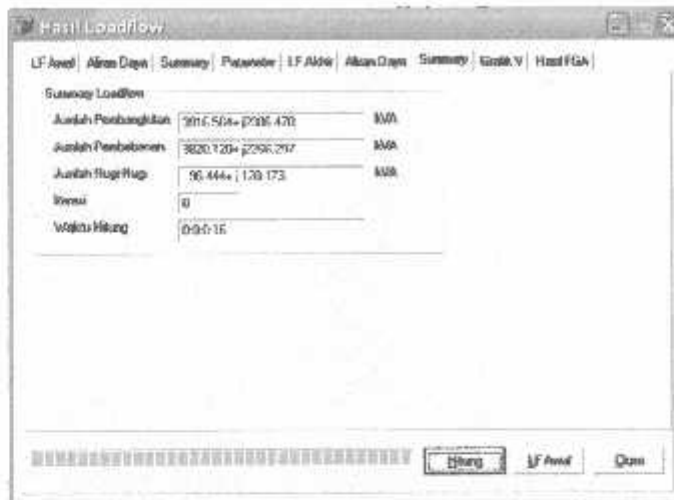
Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Dari | Ke | P (W) | Q (MVAR) | Angle (A) | Angle (A) | Dari | Ke | P (W) | Q (MVAR) |
|----|------|----|----------|----------|-----------|-----------|------|----|----------|----------|
| 1 | 1 | 2 | 2916.564 | 006.470 | 195.020 | 44.704 | 2 | 1 | 2916.564 | 006.470 |
| 2 | 2 | 3 | 3886.704 | 052.200 | 193.591 | 47.991 | 3 | 2 | 3054.005 | 048.805 |
| 3 | 3 | 4 | 3794.405 | 797.074 | 190.574 | 40.179 | 4 | 3 | 3797.304 | 797.074 |
| 4 | 4 | 5 | 30.900 | 21.021 | 1.695 | 1.121 | 5 | 4 | -30.900 | -21.021 |
| 5 | 5 | 6 | 3750.324 | 765.002 | 188.710 | 40.050 | 6 | 5 | 3744.627 | 765.002 |
| 6 | 6 | 7 | 3717.307 | 740.351 | 187.337 | 39.220 | 7 | 6 | 3700.811 | 740.351 |
| 7 | 7 | 8 | 411.221 | 244.075 | 20.007 | 12.716 | 8 | 7 | 411.202 | 244.075 |
| 8 | 8 | 9 | 357.022 | 221.902 | 17.361 | 11.041 | 9 | 8 | 356.982 | 221.902 |
| 9 | 9 | 10 | 270.964 | 160.011 | 13.033 | 8.281 | 10 | 9 | 270.914 | 160.011 |
| 10 | 10 | 11 | 140.734 | 00.207 | 7.480 | 4.604 | 11 | 10 | -140.707 | -0.207 |
| 11 | 11 | 12 | 60.007 | 40.025 | 3.463 | 2.123 | 12 | 11 | -60.005 | -40.025 |
| 12 | 12 | 13 | 60.005 | 40.024 | 3.463 | 2.129 | 13 | 12 | -60.009 | -40.024 |
| 13 | 13 | 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 13 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 7 | 15 | 3289.580 | 471.098 | 196.690 | 30.504 | 15 | 7 | 3287.527 | 471.098 |

Hitung LF Awal Close



Hasil Loadflow

LF Area | Area Data | Summary | Parameter | LF Area | Area Data | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Penempatan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 67 | 600 | 630 | 600 | Switch |
| 2 | 69 | 240 | 480 | 450 | Switch |
| 3 | 31 | 30 | 210 | 150 | Switch |

Energy Loss Cost Sebelum: 64.178

Energy Loss Cost Sesudah: 48.711

Switch Energy Loss Cost: 15.868

Hitung | LF Area | Data

7. Untuk Probabilitas Mutasi = 0.006

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetik Algoritma

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.25
 Probabilitas Mutasi: 0.006
 Probabilitas Flip: 0.5
 Konstanta Ka: 1000000
 Jumlah Papan: 12
 Panjang Chromosom: 30
 Metode Crossover: cOne
 Metode New Parent: reFlipMutasi

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Tegangan: 7
 Kapasitas dan Jumlah: 30 | 30
 Jenis Kapasitor: Mixed

| No | Level | Time | Kc |
|----|-------|------|------|
| 1 | 0.3 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 6960 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.08 |

Investment Cost: 900
 Umr Capacitor: 10 Tahun
 Lemah V dan S: 1000 | 1000
 Batas Tegangan: 0.95 | 1.05

Hitung LF Awal Done

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | objV (pu) | maxV (pu) | Pg (W) | Qg (MVAR) | PL (W) | QL (MVAR) | Saps (pu) | Type Bus |
|-----|-----------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3919.979 | 1292.947 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99917 | -0.08536 | 0.000 | 0.000 | 44.736 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99713 | -0.29998 | 0.000 | 0.000 | 60.209 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99712 | -0.42160 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.99711 | -0.42179 | 0.000 | 0.000 | 36.989 | 21.989 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.99909 | -0.52177 | 0.000 | 0.000 | 27.528 | 16.326 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.99294 | -0.62524 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.99287 | -0.62714 | 0.000 | 0.000 | 54.106 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.99272 | -0.62159 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.99246 | -0.83887 | 0.000 | 0.000 | 522.120 | 72.488 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.99239 | -0.84094 | 0.000 | 0.000 | 73.309 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.99236 | -0.84197 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.99226 | -0.84461 | 0.000 | 0.000 | 68.936 | 40.816 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.99236 | -0.84187 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.99262 | -0.99329 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

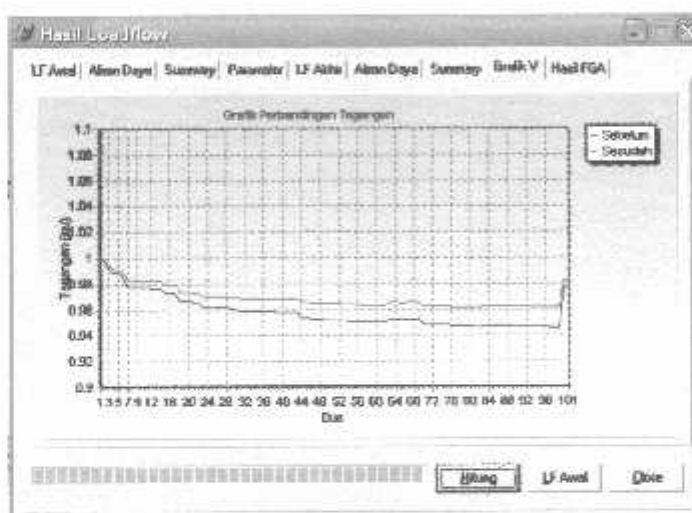
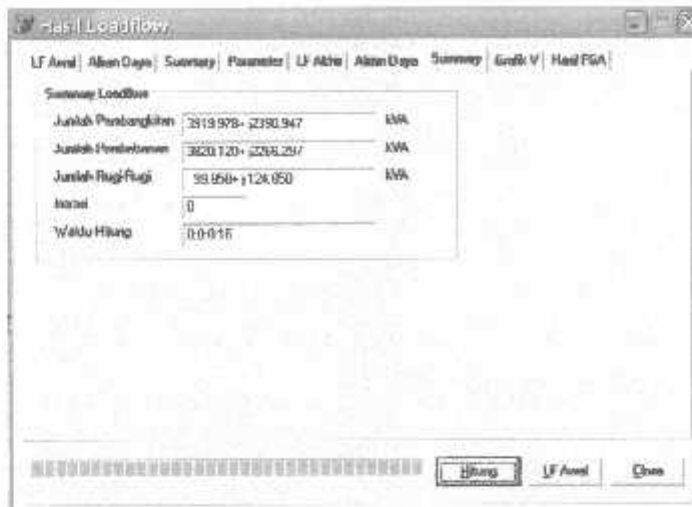
Hitung LF Awal Done

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Diri | Kc | P (W) | Q (MVAR) | Passive (W) | Active (W) | Diri | Kc | P (W) | Q (MVAR) |
|----|------|----|----------|----------|-------------|------------|------|----|----------|----------|
| 1 | 1 | 3 | 3919.978 | 1292.947 | 195.999 | 62.547 | 2 | 1 | 3914.666 | -1 |
| 2 | 2 | 3 | 3863.945 | 1216.290 | 193.761 | 61.215 | 3 | 2 | 3867.166 | -1 |
| 3 | 3 | 4 | 3796.950 | 1161.033 | 190.741 | 59.403 | 4 | 3 | 3799.502 | -1 |
| 4 | 4 | 5 | 36.990 | 21.939 | 1.957 | 1.120 | 5 | 4 | -36.900 | -2 |
| 5 | 4 | 5 | 3752.523 | 1127.709 | 188.894 | 58.282 | 6 | 4 | 3746.759 | -1 |
| 6 | 5 | 7 | 3715.232 | 1102.550 | 187.588 | 57.444 | 7 | 6 | 3701.515 | -1 |
| 7 | 7 | 8 | 411.222 | 244.076 | 20.737 | 12.715 | 8 | 7 | 411.202 | -2 |
| 8 | 8 | 9 | 357.022 | 211.903 | 18.009 | 11.041 | 9 | 8 | 356.982 | -2 |
| 9 | 9 | 10 | 270.964 | 160.811 | 13.866 | 8.361 | 10 | 9 | 270.914 | -1 |
| 10 | 10 | 11 | 148.794 | 88.287 | 7.906 | 4.694 | 11 | 10 | 148.787 | -1 |
| 11 | 11 | 12 | 88.807 | 49.825 | 3.471 | 2.129 | 12 | 11 | 88.809 | -1 |
| 12 | 12 | 13 | 68.806 | 40.824 | 3.671 | 2.129 | 13 | 12 | 68.800 | -1 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | -1 |
| 14 | 7 | 15 | 328.694 | 832.001 | 166.763 | 44.728 | 15 | 7 | 332.672 | -6 |

Hitung LF Awal Done



Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Penempatan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 88 | 750 | 570 | 870 | Switch |
| 2 | 36 | 490 | 240 | 150 | Switch |
| 3 | 54 | 61 | 630 | 120 | Switch |

Energi Lost Cost Sebelum: 64,173

Energi Lost Cost Setelah: 49,942

Selisih Energi Lost Cost: 14,231

Ulang | LF Awal | Close

8. Untuk Probabilitas Mutasi = 0.009

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Anal | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.75
 Probabilitas Mutasi: 0.009
 Probabilitas Fit: 0.5
 Koefisien K1: 1000000
 Jumlah Partikel: 12
 Panjang Chromosome: 30
 Metode Crossover: random
 Metode New Parent: replikasi

[Use Default]

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Tegangan: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 30 30
 Jenis Kapasitor: Mixed

| No | Load | Time | Ko |
|----|------|------|------|
| 1 | 0.0 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 6500 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.08 |

Investment Cost: 900
 Umur Capacitor: 10 Tahun
 Lemah Value S: 1000 1000
 Suku Tegangan: 0.95 1.05

[Hitung] LF Anal Done

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Anal | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | dV (kV) | load (MW) | Pg (MW) | Qg (MVAR) | Pf (kV) | DL (MVAR) | Sup (kV) | Type Bus |
|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3915.929 | 1251.947 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99817 | 0.09526 | 0.000 | 0.000 | 44.720 | 25.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99373 | 0.25968 | 0.000 | 0.000 | 33.200 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99112 | 0.42163 | 0.000 | 0.000 | 9.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.99111 | 0.42171 | 0.000 | 0.000 | 36.900 | 21.339 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.99000 | -0.52117 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 15.206 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98094 | -0.67524 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.96287 | 0.62714 | 0.000 | 0.000 | 54.700 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.95272 | 0.81595 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 10 | 0.95246 | 0.83897 | 0.000 | 0.000 | 127.120 | 72.448 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.95230 | -0.90694 | 0.000 | 0.000 | 75.980 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.95236 | -0.64187 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.95226 | 0.84481 | 0.000 | 0.000 | 80.000 | 40.016 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.95236 | -0.94107 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.97982 | -0.95229 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

[Hitung] LF Anal Done

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Anal | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Dist | Ko | P (MW) | Q (MVAR) | Abs m (A) | Abs th (A) | Dist | Ko | P (MW) | Q (MVAR) |
|----|------|----|----------|----------|-----------|------------|------|----|-----------|----------|
| 1 | 3 | 2 | 3915.929 | 1251.947 | 185.969 | 62.547 | 2 | 1 | 3914.666 | -1 |
| 2 | 2 | 3 | 869.945 | 1216.298 | 193.761 | 61.215 | 3 | 2 | -3857.158 | -1 |
| 3 | 3 | 4 | 3736.968 | 1167.033 | 190.741 | 59.403 | 4 | 3 | 3789.503 | -1 |
| 4 | 4 | 5 | 36.989 | 21.099 | 1.057 | 1.120 | 5 | 4 | -36.980 | -1 |
| 5 | 4 | 5 | 3752.523 | 1127.700 | 188.984 | 58.282 | 5 | 4 | -3746.791 | -1 |
| 6 | 6 | 7 | 3719.232 | 1102.550 | 187.508 | 57.444 | 7 | 6 | -3701.015 | -1 |
| 7 | 7 | 8 | 411.222 | 244.076 | 30.737 | 12.716 | 8 | 7 | -411.202 | -2 |
| 8 | 8 | 9 | 367.822 | 271.963 | 16.005 | 11.041 | 9 | 8 | -366.962 | -2 |
| 9 | 9 | 10 | 270.964 | 160.011 | 13.665 | 8.381 | 10 | 9 | -270.914 | -1 |
| 10 | 10 | 11 | 140.794 | 80.282 | 7.526 | 4.604 | 11 | 10 | -140.767 | -4 |
| 11 | 11 | 12 | 68.807 | 40.826 | 3.471 | 2.125 | 12 | 11 | -68.805 | -4 |
| 12 | 12 | 13 | 68.895 | 40.824 | 3.471 | 2.125 | 13 | 12 | -68.890 | -4 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | -4 |
| 14 | 7 | 15 | 3290.634 | 0.000 | 166.763 | 44.728 | 15 | 7 | -3282.672 | -4 |

[Hitung] LF Anal Done

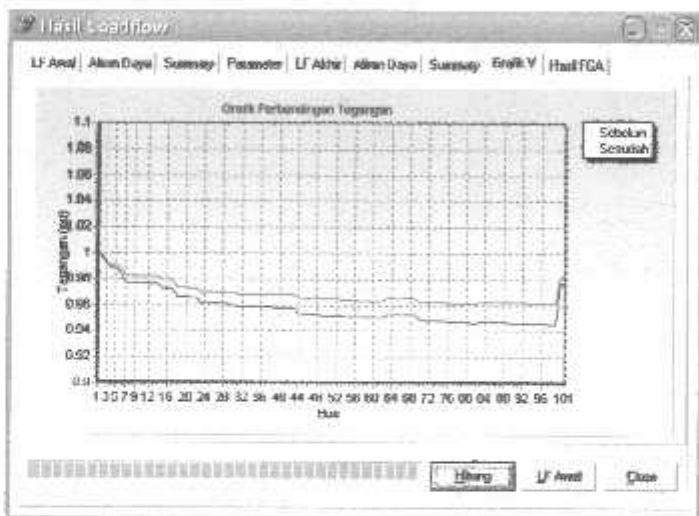
Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Summary Loadflow

| | | |
|---------------------|---------------------|-----|
| Jumlah Pembangkitan | 3310.570+ j2390.947 | MVA |
| Jumlah Pembebasan | 3620.120+ j2266.207 | MVA |
| Jumlah Plug-Plug | 58.656+ j126.650 | MVA |
| Resol | 0 | |
| Waktu Hitung | 0.0016 | |

Hitung | LF Awal | Close



Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Perencanaan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Typo Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 36 | 790 | 570 | 870 | Switch |
| 2 | 36 | 480 | 240 | 150 | Switch |
| 3 | 64 | 60 | 630 | 120 | Switch |

Energy Lost Cost Sebelum: 64.178

Energy Lost Cost Setelah: 40.942

Selisih Energy Lost Cost: 14.236

Hitung | LF Awal | Close

9. Untuk Probabilitas Flip = 0.4

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Altra | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FSA

Parameter Generic Algorithm

- Jumlah Generasi: 10
- Jumlah Populasi: 50
- Probabilitas Crossover: 0.75
- Probabilitas Mutasi: 0.008
- Probabilitas Flip: 0.4
- Konstanta Ka: 1000000
- Jumlah Parent: 12
- Parent Chromosome: 30
- Metode Crossover: uCra
- Metode New Parent: reFungsi

Parameter Objective Function

- Jumlah Ciri Terpilih: 3
- Kapasitas dan Jumlah: 30 | 30
- Jenis Kapasitor: Mixed

| No | Load | Time | Ka |
|----|------|------|------|
| 1 | BB | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1 0 | 6060 | 0.05 |
| 3 | 1 2 | 1000 | 0.08 |

Investment Cost: 800

Umur Kapasitor: 10 Tahun

Leads V dan S: 1000 | 1000

Batas Tegangan: 0.95 | 1.05

Hitung LF Anal Close

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Altra | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FSA

| Bus | Label (pu) | vaV (kV) | Pg (W) | Qg (kVar) | PL (W) | Ql (kVar) | Supr (pu) | Type Bus |
|-----|------------|----------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3941.077 | 1575.170 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99867 | 0.08012 | 0.000 | 0.000 | 44.720 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.00017 | -0.27742 | 0.000 | 0.000 | 60.700 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99035 | -0.39577 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.98831 | -0.38996 | 0.000 | 0.000 | 36.980 | 21.928 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.98809 | -0.48511 | 0.000 | 750.000 | 27.520 | 16.326 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.00004 | -0.72489 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.308 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.97989 | -0.72090 | 0.000 | 0.000 | 54.160 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.97967 | -0.73136 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.97952 | -0.73869 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 72.448 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.97949 | -0.74078 | 0.000 | 0.000 | 78.980 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.97946 | -0.74172 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.97936 | -0.74400 | 0.000 | 0.000 | 68.800 | 40.815 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.97945 | -0.74172 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.97979 | -0.65223 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

Hitung LF Anal Close

Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Altra | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FSA

| No | Dist | Ka | P (W) | Q (kVar) | Area m (A) | Area in (A) | Dist | Ka | P (W) | Q |
|----|------|----|----------|----------|------------|-------------|------|----|-----------|----|
| 1 | 1 | 2 | 3941.077 | 1575.170 | 197.054 | 78.739 | 2 | 1 | -295.426 | 1 |
| 2 | 2 | 3 | 3890.706 | 1540.000 | 194.015 | 77.426 | 3 | 2 | -3077.666 | -1 |
| 3 | 3 | 4 | 3816.826 | 1493.478 | 191.790 | 75.614 | 4 | 3 | -3408.955 | -1 |
| 4 | 4 | 5 | 36.980 | 23.938 | 1.869 | 1.121 | 5 | 4 | 36.980 | -1 |
| 5 | 4 | 6 | 0771.500 | 1443.406 | 189.934 | 74.493 | 6 | 4 | -3785.828 | 1 |
| 6 | 6 | 7 | 3739.306 | 2173.001 | 188.224 | 111.606 | 7 | 6 | -3716.745 | 2 |
| 7 | 7 | 8 | 411.223 | 244.077 | 20.825 | 12.717 | 8 | 7 | -411.200 | 2 |
| 8 | 8 | 9 | 357.023 | 211.904 | 19.077 | 11.042 | 9 | 8 | -356.960 | -2 |
| 9 | 9 | 10 | 270.985 | 168.817 | 13.721 | 8.382 | 10 | 9 | -270.915 | -1 |
| 10 | 10 | 11 | 148.796 | 88.287 | 7.536 | 4.604 | 11 | 10 | 148.787 | 1 |
| 11 | 11 | 12 | 68.807 | 40.826 | 3.485 | 2.129 | 12 | 11 | 68.805 | -1 |
| 12 | 12 | 13 | 68.805 | 40.824 | 3.485 | 2.129 | 13 | 12 | 68.800 | -1 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | -1 |
| 14 | 7 | 15 | 3305.523 | 1856.641 | 167.404 | 58.989 | 15 | 7 | -3295.350 | 1 |

Hitung LF Anal Close

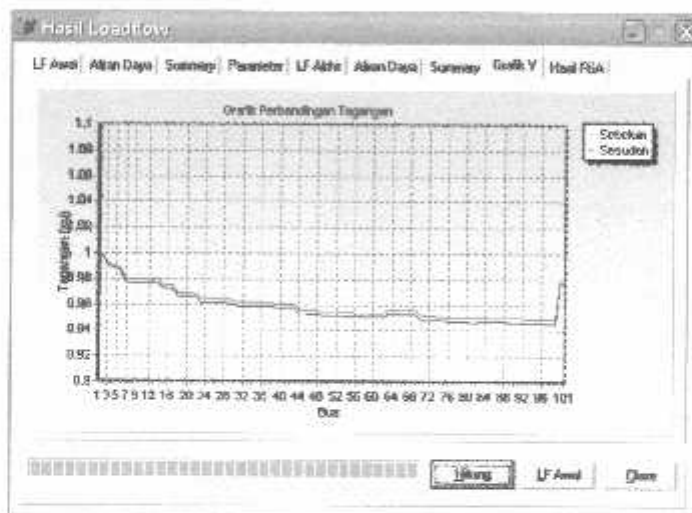
Hasil Loadflow

LF Awal | Aken Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aken Daya | Summary | Grafik V | Hasil FSA

Summary Loadflow

| | | |
|---------------------|----------------------|-----|
| Jumlah Pembangkitan | 2047.077+ (2435.170) | MVA |
| Jumlah Pembebanan | 3620.120+ (2236.237) | MVA |
| Jumlah Rugi-Rugi | 120.957+ (148.873) | MVA |
| Itensal | 0 | |
| Waktu Hitung | 00:00:16 | |

Hitung LF Awal Close



Hasil Loadflow

LF Awal | Aken Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aken Daya | Summary | Grafik V | Hasil FSA

Hasil FSA | Grafik FSA

Parameter Kapasitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 8 | 150 | 750 | 600 | Switch |
| 2 | 25 | 100 | 50 | 90 | Switch |
| 3 | 5 | 300 | 90 | 250 | Switch |

Energi Lost Cost Sebelum: 64178

Energi Lost Cost Setelah: 81500

Selisih Energi Lost Cost: 17320

Hitung LF Awal Close

10. Untuk Probabilitas Flip = 0.6

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Generasi Algoritma

Jumlah Generator: 70
 Jumlah Pemadai: 50
 Probabilitas Discover: 0.75
 Probabilitas Mutasi: 0.000
 Probabilitas Flip: 0.6
 Kandungan Ka: 1000000
 Jumlah Parent: 12
 Panjang Chromosome: 30
 Metode Discover: c/line
 Metode New Parent: rpf/rep/acc

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Topologi: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 30 30
 Jenis Kapasitas: Meet

| No | Load | Time | Ke |
|----|------|------|------|
| 1 | 0.8 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 2560 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1700 | 0.00 |

Investment Cost: 900
 Umur Capex: 10 Tahun
 Load V dan S: 1000 1000
 Rasio Tegangan: 0.95 1.05

Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Ras | Watt (pu) | VarN (deg) | Pg (pu) | Qg (MVar) | PL (pu) | QL (MVar) | Supr (pu) | Tipe Bus |
|-----|-----------|------------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3915.129 | 494.633 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.97854 | 0.00001 | 0.000 | 0.000 | 64.720 | 26.030 | 0.000 | 2 |
| 3 | 0.99500 | -0.34212 | 0.000 | 0.000 | 60.300 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.98291 | -0.40011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 7 |
| 5 | 0.98253 | 0.46827 | 0.000 | 0.000 | 36.980 | 21.939 | 0.000 | 1 |
| 6 | 0.99133 | 0.60329 | 0.000 | 0.000 | 22.520 | 16.326 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98052 | 0.95496 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.96645 | -0.95005 | 0.000 | 0.000 | 54.180 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.98630 | 0.86126 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.98404 | 0.86849 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 72.448 | 0.000 | 1 |
| 11 | 0.98697 | -0.51000 | 0.000 | 0.000 | 79.980 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.98594 | -0.57147 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.98287 | -0.57438 | 0.000 | 0.000 | 68.800 | 40.816 | 0.000 | 1 |
| 14 | 0.98594 | -0.57147 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.98413 | -1.15123 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2 |

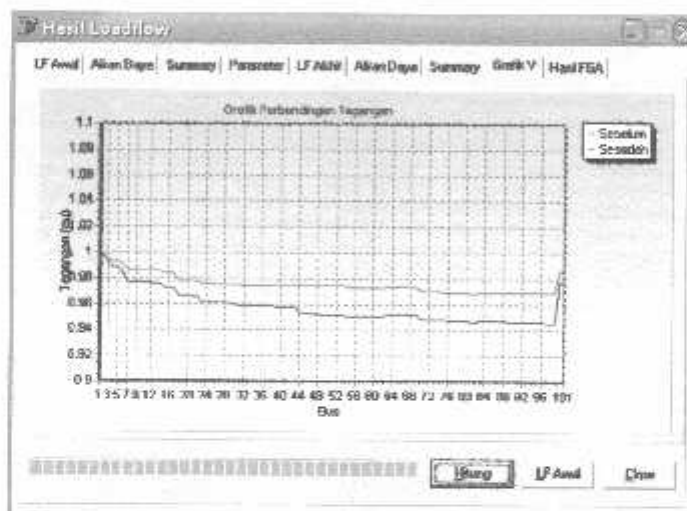
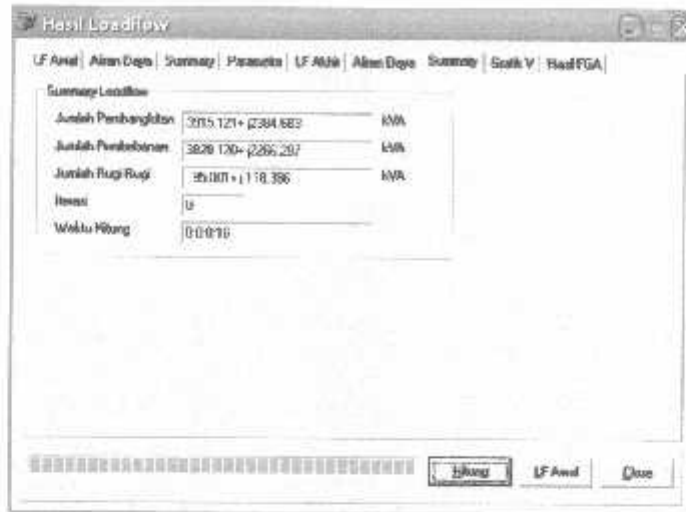
Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Hr | Diri | Ker | P (pu) | Q (MVar) | Area in (pu) | Area in (pu) | Diri | Ker | P (pu) | Q |
|----|------|-----|----------|----------|--------------|--------------|------|-----|-----------|---|
| 1 | 8 | 2 | 3915.129 | 494.633 | 195.756 | 24.734 | 2 | 1 | -3915.129 | 0 |
| 2 | 2 | 3 | 3905.515 | 400.586 | 192.519 | 23.482 | 3 | 2 | -3905.515 | 0 |
| 3 | 3 | 4 | 3793.547 | 400.300 | 190.505 | 21.589 | 4 | 3 | -3793.547 | 0 |
| 4 | 4 | 5 | 36.980 | 21.939 | 1.851 | 1.121 | 5 | 4 | -36.980 | 0 |
| 5 | 4 | 6 | 3743.707 | 374.547 | 188.652 | 20.469 | 6 | 4 | -3743.707 | 0 |
| 6 | 6 | 7 | 3716.060 | 360.000 | 187.273 | 19.621 | 7 | 6 | -3716.060 | 0 |
| 7 | 7 | 8 | 411.223 | 244.074 | 203.633 | 12.716 | 8 | 7 | -411.223 | 0 |
| 8 | 8 | 9 | 357.021 | 211.001 | 17.914 | 11.047 | 9 | 8 | -357.021 | 0 |
| 9 | 9 | 10 | 370.964 | 160.011 | 13.593 | 0.382 | 10 | 9 | -370.964 | 0 |
| 10 | 10 | 11 | 148.794 | 88.267 | 7.468 | 4.004 | 11 | 10 | -148.794 | 0 |
| 11 | 11 | 12 | 98.802 | 40.825 | 3.454 | 2.129 | 12 | 11 | -98.802 | 0 |
| 12 | 12 | 13 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 13 | 12 | -0.000 | 0 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | -0.000 | 0 |
| 14 | 7 | 15 | 3789.736 | 494.633 | 188.640 | 6.914 | 15 | 7 | -3789.736 | 0 |

Hitung LF Awal Close



Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Pemilihan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 48 | 450 | 750 | 780 | Switch |
| 2 | 67 | 510 | 600 | 720 | Switch |
| 3 | 95 | 210 | 270 | 300 | Switch |

Energy Lost Cost Sebelum 54.72

Energy Lost Cost Setelah 48.052

Selisih Energy Lost Cost 15.575

Hitung LF Awal Close

11. Untuk Panjang Kromosom = 25

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.25
 Probabilitas Mutasi: 0.001
 Probabilitas Flip: 0.5
 Konstanta Ka: 1000000
 Jumlah Partikel: 12
 Panjang Chromosome: 25
 Metode Crossover: crOne
 Metode Main Parent: reReplace

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Tegangan: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 33 | 30
 Jenis Kapasitor: Mixed

| No | Level | Time | Ka |
|----|-------|------|------|
| 1 | 0.8 | 1000 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 2500 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.00 |

Investment Cost: 900
 Umur Kapasitor: 10 Tahun
 Load V dan S: 1000 | 1000
 Bulan Tegangan: 0.95 | 1.05

Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | absV [pu] | maxV [deg] | Pp [MW] | Qp [MVAR] | PL [MW] | QL [MVAR] | Sepa [pu] | Tipe Bus |
|-----|-----------|------------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 3915.630 | 795.346 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99378 | 0.03341 | 0.000 | 0.000 | 44.720 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99450 | 0.32250 | 0.000 | 0.000 | 60.200 | 36.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99271 | 0.46195 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.99221 | 0.48164 | 0.000 | 0.000 | 36.960 | 21.509 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.99344 | 0.57044 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 16.326 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.99510 | 0.90792 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.99500 | -0.90800 | 0.000 | 0.000 | 54.100 | -32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.98488 | -0.90943 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.98462 | -0.91058 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 72.448 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.98455 | -0.91074 | 0.000 | 0.000 | 75.980 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.98452 | -0.91067 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.98447 | -0.92260 | 0.000 | 0.000 | 68.000 | 40.016 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.98452 | -0.91067 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.98246 | -1.88623 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

Hitung LF Awal Close

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Dist | En | P [MW] | Q [MVAR] | Dist in [A] | Dist in [A] | Dist | Ke | P [MW] | Q [MVAR] |
|----|------|----|----------|----------|-------------|-------------|------|----|-----------|----------|
| 1 | 1 | 2 | 3915.630 | 795.346 | 196.752 | -39.767 | 2 | 1 | -3970.630 | 795.346 |
| 2 | 2 | 3 | 3885.910 | 751.161 | 192.544 | -38.435 | 3 | 2 | -3853.051 | 751.161 |
| 3 | 3 | 4 | 3753.020 | 707.010 | 190.539 | -38.622 | 4 | 3 | -3705.619 | 707.010 |
| 4 | 4 | 5 | 36.960 | 21.939 | 1.065 | -1.121 | 5 | 4 | -36.960 | 21.939 |
| 5 | 4 | 6 | 3749.635 | 674.324 | 188.673 | -35.502 | 6 | 4 | -3744.195 | 674.324 |
| 6 | 6 | 7 | 3716.625 | 649.676 | 187.252 | -34.654 | 7 | 6 | -3702.338 | 649.676 |
| 7 | 7 | 8 | 411.291 | 244.075 | 20.624 | -12.716 | 8 | 7 | -411.291 | 244.075 |
| 8 | 8 | 9 | 357.022 | 211.502 | 17.950 | -11.047 | 9 | 8 | -357.022 | 211.502 |
| 9 | 9 | 10 | 270.954 | 160.011 | 13.625 | -8.361 | 10 | 9 | -270.954 | 160.011 |
| 10 | 10 | 11 | 140.794 | 86.287 | 7.483 | -4.024 | 11 | 10 | -140.794 | 86.287 |
| 11 | 11 | 12 | 99.007 | 49.626 | 3.461 | -2.120 | 12 | 11 | -99.007 | 49.626 |
| 12 | 12 | 13 | 68.005 | 40.624 | 3.461 | -2.120 | 13 | 12 | -68.005 | 40.624 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | -0.000 | 0.000 |
| 14 | 7 | 15 | 3285.117 | 200.020 | 156.618 | -21.948 | 15 | 7 | -3285.117 | 200.020 |

Hitung LF Awal Close

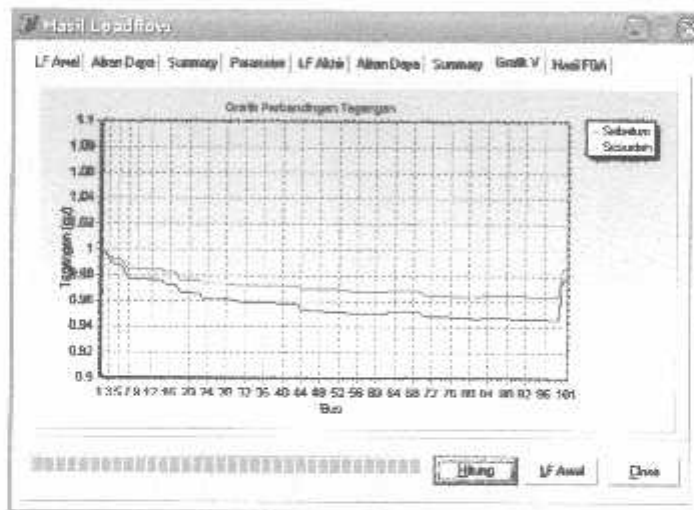
Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Summary Loadflow

| | | |
|---------------------|---------------------|-----|
| Jumlah Pembangkitan | 3315.638+ j2385.346 | MVA |
| Jumlah Pembebanan | 3320.120+ j2385.297 | MVA |
| Jumlah Rugi-Rugi | 35.510+ j110.049 | MVA |
| Waktu | 0 | |
| Waktu Hitung | 0.0015 | |

Hitung | LF Awal | Close



Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Flowerman Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 09 | 450 | 480 | 480 | Switch |
| 2 | 22 | 150 | 420 | 570 | Switch |
| 3 | 48 | 480 | 450 | 540 | Switch |

Energy Lost Cost Sebelum: 54,178

Energy Lost Cost Sesudah: 48,435

Selisih Energy Lost Cost: 15,743

Hitung | LF Awal | Close

12. Untuk Panjang Kromosom = 35

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Parameter Genetic Algorithm

Jumlah Generasi: 10
 Jumlah Populasi: 50
 Probabilitas Crossover: 0.75
 Probabilitas Mutasi: 0.000
 Probabilitas Flip: 0.5
 Konstanta Ka: 100000
 Jumlah Param: 12
 Panjang Chromosome: 35
 Metode Crossover: cOne
 Metode New Param: repFlipAcc

Parameter Objective Function

Jumlah Cap Tegangan: 3
 Kapasitas dan Jumlah: 30 30
 Jenis Kapasitor: Mersl

| No | Load | Time | Fit |
|----|------|------|------|
| 1 | 0.0 | 1020 | 0.04 |
| 2 | 1.0 | 6060 | 0.05 |
| 3 | 1.2 | 1200 | 0.09 |

Investment Cost: 900
 Uraian Capacitor: 10 Tahun
 Limit V dan S: 1000 1000
 Batas Tegangan: 0.95 1.05

Hitung LF Awal Done

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| Bus | abV [kV] | schV [deg] | Pg [MW] | Qg [MVAR] | PL [kW] | QL [MVAR] | Szsa [kVA] | Type Bus |
|-----|----------|------------|----------|-----------|---------|-----------|------------|----------|
| 1 | 1.00000 | 0.00000 | 2027.893 | 1589.979 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1 |
| 2 | 0.99601 | -0.07549 | 0.000 | 0.000 | 44.720 | 26.530 | 0.000 | 3 |
| 3 | 0.99316 | -0.27523 | 0.000 | 0.000 | 60.260 | 35.714 | 0.000 | 3 |
| 4 | 0.99030 | -0.35263 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 5 | 0.99029 | 0.39272 | 0.000 | 0.000 | 36.990 | 21.309 | 0.000 | 3 |
| 6 | 0.98808 | 0.48522 | 0.000 | 0.000 | 27.520 | 15.325 | 0.000 | 3 |
| 7 | 0.98932 | 0.76836 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 8 | 0.98726 | -1.11017 | 0.000 | 0.000 | 94.180 | 32.143 | 0.000 | 3 |
| 9 | 0.98816 | -0.72472 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 10 | 0.99005 | -0.70203 | 0.000 | 0.000 | 122.120 | 72.448 | 0.000 | 3 |
| 11 | 0.99077 | -0.79411 | 0.000 | 0.000 | 79.980 | 47.449 | 0.000 | 3 |
| 12 | 0.99074 | -0.79504 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 13 | 0.99054 | -0.79800 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 14 | 0.99074 | -0.79504 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |
| 15 | 0.97794 | -0.92389 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3 |

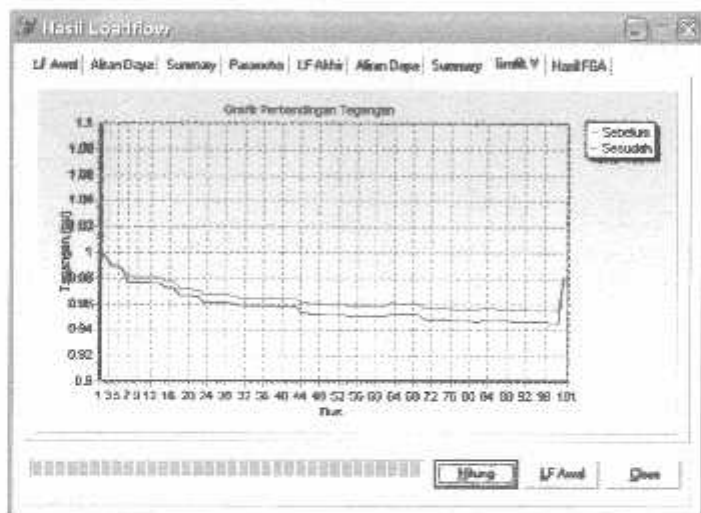
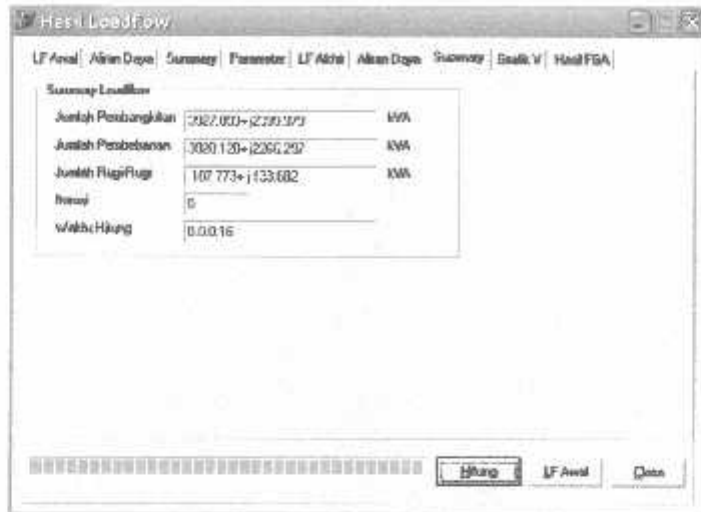
Hitung LF Awal Done

Hasil Loadflow

LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

| No | Dist | Ca | Pa [MW] | Qc [MVAR] | Asus m [W] | Asus in [W] | Dugi | Ca | P [MW] | Qc [MVAR] |
|----|------|----|----------|-----------|------------|-------------|------|----|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 2 | 3027.893 | 1589.979 | 196.389 | 75.489 | 7 | 1 | -3872.759 | -1.000 |
| 2 | 2 | 3 | 3077.539 | 1554.839 | 194.156 | 78.167 | 3 | 2 | -3863.972 | -1.000 |
| 3 | 3 | 4 | 3003.772 | 1490.382 | 191.134 | 76.354 | 4 | 3 | -3795.889 | -1.000 |
| 4 | 4 | 5 | 36.990 | 21.309 | 1.859 | 1.129 | 5 | 4 | -36.990 | -1.000 |
| 5 | 4 | 6 | 3798.879 | 1464.349 | 188.774 | 75.234 | 6 | 4 | -3752.752 | -1.000 |
| 6 | 6 | 7 | 3725.232 | 1430.680 | 187.889 | 74.385 | 7 | 6 | -3706.643 | -1.000 |
| 7 | 7 | 8 | 411.222 | 244.676 | 20.704 | 12.716 | 8 | 7 | -411.222 | -1.000 |
| 8 | 8 | 9 | 357.022 | 211.903 | 10.045 | 11.041 | 9 | 8 | -356.982 | -1.000 |
| 9 | 9 | 10 | 270.955 | 160.612 | 13.607 | 8.308 | 10 | 9 | -270.915 | -1.000 |
| 10 | 10 | 11 | 148.796 | 89.237 | 7.523 | 4.604 | 11 | 10 | -148.787 | -1.000 |
| 11 | 11 | 12 | 98.907 | 49.026 | 3.475 | 2.129 | 12 | 11 | -98.905 | -1.000 |
| 12 | 12 | 13 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 13 | 12 | -0.000 | -1.000 |
| 13 | 12 | 14 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 14 | 12 | 0.000 | -1.000 |
| 14 | 7 | 15 | 3295.629 | 1198.467 | 167.105 | 61.680 | 15 | 7 | -3287.893 | -1.000 |

Hitung LF Awal Done



Hasil Loadflow

LF Anal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akta | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil FGA

Hasil FGA | Grafik FGA

Pemilihan Capacitor

| No | Bus | T1 | T2 | T3 | Type Cap |
|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 1 | 83 | 790 | 510 | 800 | Switch |
| 2 | 83 | 330 | 90 | 570 | Switch |
| 3 | 16 | 830 | 270 | 280 | Switch |

Energy Lost Cost Sebelum 64.178

Energy Lost Cost Setelah 50.171

Selisih Energy Lost Cost 5.007

Hitung LF Anal Data

Tabel 4-2
Data Saluran Penyulang Dinoyo

| No Saluran | Dari Node | ke Node | Panjang (m) |
|------------|-----------|---------|-------------|
| 1 | 1 | 2 | 580.3 |
| 2 | 2 | 3 | 1432.6 |
| 3 | 3 | 4 | 863.9 |
| 4 | 4 | 5 | 85.4 |
| 5 | 4 | 6 | 683.3 |
| 6 | 6 | 7 | 2082.8 |
| 7 | 7 | 8 | 154.4 |
| 8 | 8 | 9 | 414.5 |
| 9 | 9 | 10 | 896.5 |
| 10 | 10 | 11 | 463.5 |
| 11 | 11 | 12 | 452 |
| 12 | 12 | 13 | 1424.5 |
| 13 | 12 | 14 | 1233 |
| 14 | 7 | 15 | 1244.8 |
| 15 | 15 | 16 | 90.5 |
| 16 | 16 | 17 | 20.4 |
| 17 | 15 | 18 | 338 |
| 18 | 18 | 19 | 182.2 |
| 19 | 18 | 20 | 402.8 |
| 20 | 18 | 21 | 304.3 |
| 21 | 21 | 22 | 293.7 |
| 22 | 21 | 23 | 1257.4 |
| 23 | 23 | 24 | 406.5 |
| 24 | 23 | 25 | 154.2 |
| 25 | 23 | 26 | 627.4 |
| 26 | 26 | 27 | 6.4 |
| 27 | 26 | 28 | 204.2 |
| 28 | 28 | 29 | 1145 |
| 29 | 23 | 30 | 868.2 |
| 30 | 30 | 31 | 141.2 |
| 31 | 31 | 32 | 848.8 |
| 32 | 31 | 33 | 272.5 |
| 33 | 33 | 34 | 1127.06 |
| 34 | 34 | 35 | 102.2 |
| 35 | 34 | 36 | 496.35 |
| 36 | 36 | 37 | 282.5 |
| 37 | 37 | 38 | 294.5 |
| 38 | 31 | 39 | 943.3 |
| 39 | 39 | 40 | 302.31 |
| 40 | 39 | 41 | 648.11 |
| 41 | 41 | 42 | 105.9 |
| 42 | 39 | 43 | 40.5 |
| 43 | 43 | 44 | 1653.6 |
| 44 | 44 | 45 | 785.2 |
| 45 | 45 | 46 | 335 |
| 46 | 46 | 47 | 793.2 |
| 47 | 47 | 48 | 571 |
| 48 | 48 | 49 | 365.5 |
| 49 | 49 | 50 | 729.8 |
| 50 | 49 | 51 | 54.1 |
| 51 | 51 | 52 | 121.8 |

| | | | |
|-----|-----|-----|---------|
| 52 | 51 | 53 | 940.35 |
| 53 | 53 | 54 | 1715.3 |
| 54 | 54 | 55 | 1192.7 |
| 55 | 55 | 56 | 1123.5 |
| 56 | 56 | 57 | 1353.3 |
| 57 | 57 | 58 | 1067.1 |
| 58 | 56 | 59 | 396.5 |
| 59 | 59 | 60 | 296.8 |
| 60 | 59 | 61 | 1093.4 |
| 61 | 61 | 62 | 1162.6 |
| 62 | 44 | 63 | 497.1 |
| 63 | 63 | 64 | 570.4 |
| 64 | 64 | 65 | 907 |
| 65 | 65 | 66 | 1769.8 |
| 66 | 63 | 67 | 135.2 |
| 67 | 67 | 68 | 821.6 |
| 68 | 67 | 69 | 110.15 |
| 69 | 69 | 70 | 891.3 |
| 70 | 70 | 71 | 603.2 |
| 71 | 71 | 72 | 27.3 |
| 72 | 72 | 73 | 233.1 |
| 73 | 72 | 74 | 258.7 |
| 74 | 74 | 75 | 198.1 |
| 75 | 75 | 76 | 1538.1 |
| 76 | 76 | 77 | 381.43 |
| 77 | 76 | 78 | 472 |
| 78 | 78 | 79 | 449.6 |
| 79 | 79 | 80 | 721.4 |
| 80 | 80 | 81 | 940.5 |
| 81 | 81 | 82 | 1428.3 |
| 82 | 75 | 83 | 322.1 |
| 83 | 83 | 84 | 186.4 |
| 84 | 83 | 85 | 98.5 |
| 85 | 85 | 86 | 243.9 |
| 86 | 85 | 87 | 205.3 |
| 87 | 87 | 88 | 590.3 |
| 88 | 88 | 89 | 856.6 |
| 89 | 89 | 90 | 458.3 |
| 90 | 90 | 91 | 1162.2 |
| 91 | 89 | 92 | 207.4 |
| 92 | 92 | 93 | 1061.5 |
| 93 | 93 | 94 | 1321.52 |
| 94 | 93 | 95 | 385.1 |
| 95 | 95 | 96 | 478.3 |
| 96 | 95 | 97 | 332.6 |
| 97 | 97 | 98 | 1161.5 |
| 98 | 98 | 99 | 100.4 |
| 99 | 9 | 100 | 785.8 |
| 100 | 100 | 101 | 285.3 |

Tabel 4-3
Hasil Impedansi Saluran Penyulang Pujon

| No Saluran | Dari Node | ke Node | Panjang (m) | Impedansi Saluran | |
|------------|-----------|---------|-------------|-------------------|---------------|
| | | | | R(Ω) | X(Ω) |
| 1 | 1 | 2 | 580.3 | 0.1255 | 0.1918 |
| 2 | 2 | 3 | 1432.6 | 0.3097 | 0.4735 |
| 3 | 3 | 4 | 863.9 | 0.1868 | 0.2855 |
| 4 | 4 | 5 | 85.4 | 0.0185 | 0.0282 |
| 5 | 4 | 6 | 683.3 | 0.1477 | 0.2258 |
| 6 | 6 | 7 | 2082.8 | 0.4503 | 0.6884 |
| 7 | 7 | 8 | 154.4 | 0.0334 | 0.051 |
| 8 | 8 | 9 | 414.5 | 0.0896 | 0.137 |
| 9 | 9 | 10 | 896.5 | 0.1938 | 0.2963 |
| 10 | 10 | 11 | 463.5 | 0.1002 | 0.1532 |
| 11 | 11 | 12 | 452 | 0.0977 | 0.1494 |
| 12 | 12 | 13 | 1424.5 | 0.308 | 0.4708 |
| 13 | 12 | 14 | 1233 | 0.2666 | 0.4075 |
| 14 | 7 | 15 | 1244.8 | 0.2691 | 0.4114 |
| 15 | 15 | 16 | 90.5 | 0.0196 | 0.0299 |
| 16 | 16 | 17 | 20.4 | 0.0044 | 0.0067 |
| 17 | 15 | 18 | 338 | 0.0731 | 0.1117 |
| 18 | 18 | 19 | 182.2 | 0.049 | 0.0615 |
| 19 | 18 | 20 | 402.8 | 0.1083 | 0.136 |
| 20 | 18 | 21 | 304.3 | 0.0658 | 0.1006 |
| 21 | 21 | 22 | 293.7 | 0.079 | 0.0992 |
| 22 | 21 | 23 | 1257.4 | 0.2719 | 0.4156 |
| 23 | 23 | 24 | 406.5 | 0.0879 | 0.1344 |
| 24 | 23 | 25 | 154.2 | 0.0995 | 0.0567 |
| 25 | 23 | 26 | 627.4 | 0.5783 | 0.2378 |
| 26 | 26 | 27 | 6.4 | 0.0059 | 0.0024 |
| 27 | 26 | 28 | 204.2 | 0.1882 | 0.0774 |
| 28 | 28 | 29 | 1145 | 1.0562 | 0.4343 |
| 29 | 23 | 30 | 868.2 | 0.1877 | 0.2869 |
| 30 | 30 | 31 | 141.2 | 0.0305 | 0.0467 |
| 31 | 31 | 32 | 848.8 | 0.1835 | 0.2805 |
| 32 | 31 | 33 | 272.5 | 0.1758 | 0.1002 |
| 33 | 33 | 34 | 1127.05 | 0.7272 | 0.4145 |
| 34 | 34 | 35 | 102.2 | 0.0659 | 0.0376 |
| 35 | 34 | 36 | 496.35 | 0.1073 | 0.164 |
| 36 | 36 | 37 | 282.5 | 0.0611 | 0.0934 |
| 37 | 37 | 38 | 294.5 | 0.0837 | 0.0973 |
| 38 | 31 | 39 | 943.3 | 0.039 | 0.3118 |
| 39 | 39 | 40 | 302.31 | 0.1951 | 0.1112 |
| 40 | 39 | 41 | 648.11 | 0.1185 | 0.1812 |
| 41 | 41 | 42 | 105.9 | 0.0229 | 0.035 |
| 42 | 39 | 43 | 40.5 | 0.0088 | 0.0134 |
| 43 | 43 | 44 | 1653.6 | 0.3575 | 0.5465 |
| 44 | 44 | 45 | 785.2 | 0.1698 | 0.2595 |
| 45 | 45 | 46 | 335 | 0.0726 | 0.111 |
| 46 | 46 | 47 | 793.2 | 0.1715 | 0.2622 |
| 47 | 47 | 48 | 571 | 0.1235 | 0.1887 |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 48 | 48 | 49 | 365.5 | 0.079 | 0.1208 |
| 49 | 49 | 50 | 729.8 | 0.1578 | 0.2412 |
| 50 | 49 | 51 | 54.1 | 0.0117 | 0.0179 |
| 51 | 51 | 52 | 121.8 | 0.0263 | 0.0403 |
| 52 | 51 | 53 | 940.35 | 0.2033 | 0.3108 |
| 53 | 53 | 54 | 1715.3 | 0.7904 | 0.6127 |
| 54 | 54 | 55 | 1192.7 | 0.5496 | 0.426 |
| 55 | 55 | 56 | 1123.5 | 0.2429 | 0.3713 |
| 56 | 56 | 57 | 1353.3 | 0.2926 | 0.4473 |
| 57 | 57 | 58 | 1067.1 | 0.2307 | 0.3527 |
| 58 | 56 | 59 | 396.5 | 0.0857 | 0.131 |
| 59 | 59 | 60 | 296.8 | 0.0642 | 0.0981 |
| 60 | 59 | 61 | 1093.4 | 0.2364 | 0.3614 |
| 61 | 61 | 62 | 1162.6 | 0.2514 | 0.3842 |
| 62 | 44 | 63 | 497.1 | 0.1075 | 0.1643 |
| 63 | 63 | 64 | 570.4 | 0.1233 | 0.1885 |
| 64 | 64 | 65 | 907 | 0.1961 | 0.2998 |
| 65 | 65 | 66 | 1769.8 | 0.3826 | 0.5849 |
| 66 | 63 | 67 | 135.2 | 0.0292 | 0.0447 |
| 67 | 67 | 68 | 821.6 | 0.1776 | 0.2715 |
| 68 | 67 | 69 | 110.15 | 0.0238 | 0.0364 |
| 69 | 69 | 70 | 891.3 | 0.927 | 0.2946 |
| 70 | 70 | 71 | 603.2 | 0.1304 | 0.1994 |
| 71 | 71 | 72 | 27.3 | 0.0059 | 0.0009 |
| 72 | 72 | 73 | 233.1 | 0.0504 | 0.077 |
| 73 | 72 | 74 | 258.7 | 0.0559 | 0.0855 |
| 74 | 74 | 75 | 198.1 | 0.0428 | 0.0655 |
| 75 | 75 | 76 | 1538.1 | 0.3325 | 0.5083 |
| 76 | 76 | 77 | 381.43 | 0.0895 | 0.1261 |
| 77 | 76 | 78 | 472 | 0.1021 | 0.156 |
| 78 | 78 | 79 | 449.6 | 0.0972 | 0.1486 |
| 79 | 79 | 80 | 721.4 | 0.156 | 0.2384 |
| 80 | 80 | 81 | 940.5 | 0.2033 | 0.3108 |
| 81 | 81 | 82 | 1428.3 | 0.3088 | 0.4721 |
| 82 | 75 | 83 | 322.1 | 0.0696 | 0.1065 |
| 83 | 83 | 84 | 186.4 | 0.0403 | 0.0616 |
| 84 | 83 | 85 | 98.5 | 0.0213 | 0.326 |
| 85 | 85 | 86 | 243.9 | 0.0527 | 0.0806 |
| 86 | 85 | 87 | 205.3 | 0.0444 | 0.0679 |
| 87 | 87 | 88 | 590.3 | 0.1276 | 0.1951 |
| 88 | 88 | 89 | 856.6 | 0.1852 | 0.2831 |
| 89 | 89 | 90 | 458.3 | 0.0991 | 0.1515 |
| 90 | 90 | 91 | 1162.2 | 0.2513 | 0.3841 |
| 91 | 89 | 92 | 207.4 | 0.0448 | 0.0686 |
| 92 | 92 | 93 | 1061.5 | 0.225 | 0.3508 |
| 93 | 93 | 94 | 1321.52 | 0.8527 | 0.4861 |
| 94 | 93 | 95 | 385.1 | 0.2485 | 0.1416 |
| 95 | 95 | 96 | 478.3 | 0.3086 | 0.1759 |
| 96 | 95 | 97 | 332.6 | 0.2146 | 0.1223 |
| 97 | 97 | 98 | 1161.5 | 0.7494 | 0.4272 |
| 98 | 98 | 99 | 100.4 | 0.0217 | 0.0332 |
| 99 | 9 | 100 | 785.8 | 0.507 | 0.289 |
| 100 | 100 | 101 | 285.3 | 0.1841 | 0.1049 |

Tabel 4-4
Data Pembebanan Penyulang Pujon

| No Bus | Kode Trafo | Kapabilitas (kVA) | Beban Gardu (%) | Tgl Ukur | Jam Ukur | Lokasi | Data Pembebanan | | | Tipe Bus |
|--------|------------|-------------------|-----------------|----------|----------|----------------------|------------------|--------|----------|----------|
| | | | | | | | Beban Trafo(kVA) | P (kW) | Q (kVAR) | |
| 1 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Slack |
| 2 | T55 | 150 | 35 | 050804 | 18:10 | Jl Raya Ngandat | 52 | 44.72 | 26.5304 | Load |
| 3 | T43 | 160 | 70 | 050804 | 18:40 | Jl Raya Mojorejo | 70 | 60.2 | 35.714 | Load |
| 4 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 5 | T63 | 100 | 43 | 020704 | 19:00 | Dk Mantung | 43 | 36.98 | 21.9386 | Load |
| 6 | T38 | 75 | 43 | 050804 | 18:30 | Jl Raya Beji | 32 | 27.52 | 16.3264 | Load |
| 7 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 8 | T72 | 100 | 63 | 050704 | 19:00 | emanuel temas | 63 | 54.18 | 32.1426 | Load |
| 9 | T115 | 150 | 56 | 170704 | 18:30 | Ds Wukir Temas | 85 | 73.1 | 43.367 | Load |
| 10 | T97 | 200 | 72 | 050704 | 18:15 | Ds Temas Klerek | 143 | 122.98 | 72.9586 | Load |
| 11 | T95 | 160 | 58 | 050804 | 20:45 | Ds Torong Rejo | 93 | 79.98 | 47.4486 | Load |
| 12 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 13 | T96 | 160 | 50 | 290804 | 19:00 | Ds Torong Rejo tutup | 80 | 68.8 | 40.816 | Load |
| 14 | T156 | 100 | 19 | 190804 | 17:45 | Ds wukir | 19 | 16.34 | 9.6938 | Load |
| 15 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 16 | T31 | 75 | 50 | 120804 | 18:45 | Jl Sudiro | 38 | 32.68 | 19.3876 | Load |
| 17 | T126 | 150 | 92 | 120804 | 18:00 | Jl Sudiro | 138 | 118.68 | 70.4076 | Load |
| 18 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 19 | T105 | 100 | 73 | 050704 | 20:10 | R.s Paru-paru | 73 | 62.78 | 37.2446 | Load |
| 20 | T189 | 160 | 49 | 120804 | 18:15 | Jl Kasiman | 78 | 67.08 | 39.7956 | Load |
| 21 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 22 | T188 | 160 | 56 | 120804 | 18:20 | Jl Lesti | 90 | 77.4 | 45.918 | Load |
| 23 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 24 | T9 | 250 | 67 | 050904 | 19:10 | Jl Hasanudin | 167 | 143.62 | 85.2034 | Load |
| 25 | T32 | 160 | 52 | 050704 | 19:45 | Jl Indragiri | 84 | 72.24 | 42.8568 | Load |
| 26 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 27 | T46 | 160 | 70 | 050704 | 17:30 | Ds. Sumberejo | 113 | 97.18 | 57.6526 | Load |
| 28 | 119 | 75 | 0 | 170704 | 20:30 | Ds. Sumberejo | 0 | 0 | 0 | Load |
| 29 | 78 | 160 | 77 | 050704 | 17:52 | Ds Satrehan | 122 | 104.92 | 62.2444 | Load |
| 30 | 25 | 75 | 34 | 050804 | 18:11 | Jl Trunojoyo | 26 | 22.36 | 13.2652 | Load |
| 31 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 32 | 30 | 160 | 25 | 050804 | 18:41 | Ds Songgoriti | 39 | 33.54 | 19.8978 | Load |
| 33 | T129 | 160 | 69 | 240804 | 18:23 | Jl Flamboyan | 110 | 94.6 | 56.122 | Load |
| 34 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 35 | 99 | 100 | 67 | 050704 | 18:30 | Jl Flamboyan | 67 | 57.62 | 34.1834 | Load |
| 36 | 200 | 100 | 10 | 180804 | 18:00 | Ds Tanbuh | 10 | 8.6 | 5.102 | Load |
| 37 | 201 | 25 | 31 | 180804 | 18:15 | Ds Tanbuh | 8 | 6.88 | 4.0816 | Load |
| 38 | 202 | 25 | 8 | 180804 | 18:30 | Ds Tanbuh | 2 | 1.72 | 1.0204 | Load |
| 39 | 0 | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|--------|-------|----------------|-----|--------|---------|------|
| 40 | 168 | 25 | 48 | 170704 | 19:05 | Bukit Pinus | 12 | 10.32 | 6.1224 | Load |
| 41 | 174 | 160 | 59 | 170704 | 18:45 | Jl Anumdalu | 94 | 80.84 | 47.9588 | Load |
| 42 | 175 | 160 | 10 | 170704 | 18:00 | Jl Songgoriti | 16 | 13.76 | 8.1632 | Load |
| 43 | 16 | 200 | 36 | 050704 | 18:30 | Jl Songgoriti | 71 | 61.06 | 36.2242 | Load |
| 44 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 45 | 57 | 150 | 43 | 020704 | 18:15 | Dk Sebaluh | 66 | 55.9 | 33.163 | Load |
| 46 | 153 | 160 | 52 | 080804 | 18:00 | Dk Sebaluh | 83 | 71.38 | 42.3466 | Load |
| 47 | 59 | 100 | 69 | 020704 | 18:25 | Dk Maron | 69 | 59.34 | 35.2038 | Load |
| 48 | 87 | 100 | 65 | 030804 | 18:30 | Dk Maron | 65 | 55.9 | 33.163 | Load |
| 49 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 50 | 112 | 100 | 55 | 050804 | 18:15 | Ds Gunung Sari | 55 | 47.3 | 28.061 | Load |
| 51 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 52 | 88 | 100 | 34 | 030804 | 19:00 | Ds Pujon Kidul | 34 | 29.24 | 17.3468 | Load |
| 53 | 89 | 160 | 64 | 030804 | 19:15 | Ds Pujon Kidul | 103 | 88.58 | 52.5506 | Load |
| 54 | 101 | 50 | 66 | 050704 | 18:10 | Dk Biyan | 33 | 28.38 | 16.8366 | Load |
| 55 | 102 | 100 | 82 | 050704 | 18:20 | Dk Bakir | 82 | 70.52 | 41.8364 | Load |
| 56 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 57 | 103 | 100 | 38 | 050704 | 18:45 | Dk Cukal | 38 | 32.68 | 19.3876 | Load |
| 58 | 167 | 50 | 24 | 050704 | 18:15 | Dk dadapan | 12 | 10.32 | 6.1224 | Load |
| 59 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 60 | 104 | 100 | 45 | 050704 | 18:30 | Ds Cukal | 45 | 38.7 | 22.959 | Load |
| 61 | 166 | 50 | 47 | 050704 | 19:00 | Dk Tretes | 23 | 19.78 | 11.7346 | Load |
| 62 | 167 | 50 | 24 | 050704 | 18:15 | Dk Dadapan | 12 | 10.32 | 6.1224 | Load |
| 63 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 64 | 58 | 100 | 36 | 020704 | 18:25 | Dk Pandemas | 36 | 30.96 | 18.3672 | Load |
| 65 | 60 | 160 | 75 | 020704 | 18:35 | Ds Jurang Rejo | 120 | 103.2 | 61.224 | Load |
| 66 | 217 | 100 | 14 | 170804 | 18:30 | Ds Brau | 14 | 12.04 | 7.1428 | Load |
| 67 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 68 | 212 | 100 | 16 | 160804 | 19:00 | Dk Don Bayi | 16 | 13.76 | 8.1632 | Load |
| 69 | 36 | 150 | 72 | 020804 | 19:00 | Ds Pandesari | 108 | 92.88 | 55.1016 | Load |
| 70 | 145 | 100 | 47 | 170704 | 18:45 | Dk Watu Gong | 47 | 40.42 | 23.9794 | Load |
| 71 | 19 | 160 | 52 | 170704 | 18:30 | Jl Raya Pujon | 83 | 71.38 | 42.3466 | Load |
| 72 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 73 | 198 | 100 | 55 | 180804 | 18:00 | Pasar Baru | 55 | 47.3 | 28.061 | Load |
| 74 | 123 | 150 | 70 | 010804 | 18:25 | Jl Raya Pujon | 105 | 90.3 | 53.571 | Load |
| 75 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 76 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 77 | 98 | 100 | 70 | 170704 | 18:00 | Dk Kalangan | 70 | 60.2 | 35.714 | Load |
| 78 | 79 | 160 | 77 | 120804 | 18:45 | Ds Wiyun Rejo | 123 | 105.78 | 62.7546 | Load |
| 79 | 80 | 75 | 63 | 120804 | 18:15 | Ds Madirejo | 47 | 40.42 | 23.9794 | Load |
| 80 | 223 | 50 | 33 | 170804 | 19:05 | Dk Sobro | 16 | 13.76 | 8.1632 | Load |
| 81 | 94 | 100 | 54 | 160804 | 19:00 | Dk Delik | 54 | 46.44 | 27.5508 | Load |
| 82 | 216 | 100 | 77 | 160804 | 18:15 | Dk Delik | 77 | 66.22 | 39.2854 | Load |
| 83 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 84 | 195 | 160 | 18 | 180804 | 18:20 | KOP SAE | 29 | 24.94 | 14.7958 | Load |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|--------|-------|--------------|-----|--------|---------|------|
| 85 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 86 | 62 | 250 | 45 | 020704 | 18:10 | KOP SAE | 114 | 98.04 | 58.1628 | Load |
| 87 | 33 | 250 | 53 | 020804 | 18:25 | Ds Ngroto | 132 | 113.52 | 67.3464 | Load |
| 88 | 61 | 100 | 72 | 020704 | 18:00 | Ds Ngroto | 72 | 61.92 | 36.7344 | Load |
| 89 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 90 | 64 | 50 | 71 | 020704 | 19:20 | Dk Iebaksari | 36 | 30.96 | 18.3672 | Load |
| 91 | 147 | 50 | 57 | 170704 | 18:00 | Dk Torong | 29 | 24.94 | 14.7958 | Load |
| 92 | 63 | 100 | 43 | 020704 | 19:00 | Dk Mantung | 43 | 36.98 | 21.9386 | Load |
| 93 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 94 | 196 | 25 | 66 | 180804 | 18:35 | Dk Bunder | 16 | 13.76 | 8.1632 | Load |
| 95 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Load |
| 96 | 197 | 25 | 64 | 180804 | 18:35 | Dk Ngebrong | 16 | 13.76 | 8.1632 | Load |
| 97 | 65 | 160 | 77 | 020704 | 18:15 | Ds Ngabab | 123 | 105.78 | 62.7546 | Load |
| 98 | 66 | 100 | 63 | 020704 | 18:00 | Ds Ngabab | 63 | 54.18 | 32.1426 | Load |
| 99 | 219 | 100 | 46 | 120804 | 19:00 | Ds Manting | 46 | 39.56 | 23.4692 | Load |
| 100 | 76 | 100 | 0 | 0 | 0 | Ds Manting | 0 | 0 | 0 | Load |
| 101 | 77 | 160 | 63 | 050704 | 19:15 | Dk Gerih | 100 | 86 | 51.02 | Load |

Tabel 4-5
Profil tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon Sebelum Kompensasi

| Bus | Tegangan re (pu) | Sudut Fasa (deg) |
|-----|------------------|------------------|
| 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 | -0.63411 |
| 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 | -0.59630 |
| 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 |

| Bus | Tegangan re (pu) | Sudut Fasa (deg) |
|-----|------------------|------------------|
| 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 | -1.08518 |
| 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 | -1.10367 |
| 93 | 0.94631 | -1.11426 |

| | | |
|----|---------|----------|
| 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 | -1.07451 |
| 49 | 0.95219 | -1.07520 |
| 50 | 0.95215 | -1.07561 |
| 51 | 0.95217 | -1.07508 |

| | | |
|-----|---------|----------|
| 94 | 0.94627 | -1.11422 |
| 95 | 0.94612 | -1.11406 |
| 96 | 0.94611 | -1.11404 |
| 97 | 0.94597 | -1.11390 |
| 98 | 0.94572 | -1.11364 |
| 99 | 0.94572 | -1.11377 |
| 100 | 0.97695 | -0.63396 |
| 101 | 0.97689 | -0.63392 |

Tabel 4-6
Aliran Arus Tiap Saluran Penyulang Pujon Sebelum Kompensasi

| Saluran | Arus re (A) | Arus im (A) | Saluran | Arus re (A) | Arus im (A) |
|---------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|
| 1-2 | 197.499 | 121.383 | 51-53 | 15.553 | 9.631 |
| 2-3 | 195.259 | 120.051 | 53-54 | 10.953 | 6.784 |
| 3-4 | 192.231 | 118.238 | 54-55 | 9.478 | 5.870 |
| 4-5 | 1.865 | 1.120 | 55-56 | 5.812 | 3.600 |
| 4-6 | 190.367 | 117.118 | 56-57 | 2.236 | 1.385 |
| 6-7 | 188.976 | 116.280 | 57-58 | 0.537 | 0.332 |
| 7-8 | 20.900 | 12.717 | 56-59 | 3.577 | 2.216 |
| 8-9 | 18.146 | 11.042 | 59-60 | 2.012 | 1.246 |
| 9-10 | 13.774 | 8.382 | 59-61 | 1.565 | 0.969 |
| 10-11 | 7.565 | 4.604 | 61-62 | 0.537 | 0.332 |
| 11-12 | 3.498 | 2.129 | 44-63 | 75.783 | 46.903 |
| 12-13 | 3.498 | 2.129 | 63-64 | 7.587 | 4.692 |
| 12-14 | 0.000 | -0.000 | 64-65 | 5.980 | 3.699 |
| 7-15 | 168.076 | 103.563 | 65-66 | 0.625 | 0.386 |
| 15-16 | 7.717 | 4.716 | 63-67 | 68.196 | 42.211 |
| 16-17 | 6.051 | 3.698 | 67-68 | 0.714 | 0.442 |
| 15-18 | 160.359 | 98.847 | 67-69 | 67.482 | 41.769 |
| 18-19 | 3.228 | 1.960 | 69-70 | 62.661 | 38.788 |
| 18-20 | 3.449 | 2.095 | 70-71 | 60.555 | 37.487 |
| 18-21 | 153.682 | 94.791 | 71-72 | 56.832 | 35.187 |
| 21-22 | 3.982 | 2.421 | 72-73 | 2.467 | 1.524 |
| 21-23 | 149.700 | 92.370 | 72-74 | 54.366 | 33.662 |
| 23-24 | 7.410 | 4.527 | 74-75 | 49.655 | 30.751 |
| 23-25 | 3.727 | 2.277 | 75-76 | 17.373 | 10.752 |
| 23-26 | 10.434 | 6.372 | 76-77 | 3.142 | 1.944 |
| 26-27 | 5.016 | 3.063 | 76-78 | 14.231 | 8.808 |
| 26-28 | -0.000 | 0.000 | 78-79 | 8.710 | 5.391 |
| 28-29 | 5.418 | 3.308 | 79-80 | 6.600 | 4.086 |
| 23-30 | 128.973 | 79.195 | 80-81 | 5.882 | 3.641 |
| 30-31 | 126.973 | 78.487 | 81-82 | 3.457 | 2.140 |
| 31-32 | 1.734 | 1.062 | 75-83 | 32.282 | 19.999 |
| 31-33 | 8.760 | 5.367 | 83-84 | 1.301 | 0.805 |
| 33-34 | 3.869 | 2.370 | 83-85 | 30.981 | 19.194 |
| 34-35 | 3.869 | 2.370 | 85-86 | 5.021 | 3.176 |
| 35-36 | 0.889 | 0.545 | 85-87 | 26.279 | -15.190 |
| 36-37 | 0.445 | 0.272 | 87-88 | 19.570 | 12.391 |
| 37-38 | 0.089 | 0.054 | 88-89 | 16.398 | 10.384 |
| 31-39 | 116.478 | 72.058 | 89-90 | 2.864 | 1.813 |
| 39-40 | 0.543 | 0.328 | 90-91 | 1.278 | 0.809 |
| 39-41 | 4.892 | 3.009 | 89-92 | 13.534 | 8.570 |
| 41-42 | 0.712 | 0.438 | 92-93 | 11.639 | 7.371 |
| 39-43 | 111.052 | 68.720 | 93-94 | 0.705 | 0.447 |

| | | |
|-------|---------|--------|
| 43-44 | 107.894 | 66.777 |
| 44-45 | 32.112 | 19.874 |
| 45-46 | 29.212 | 18.082 |
| 46-47 | 25.508 | 15.792 |
| 47-48 | 22.428 | 13.887 |
| 48-49 | 19.526 | 12.091 |
| 49-50 | 2.456 | 1.520 |
| 49-51 | 17.071 | 10.571 |
| 51-52 | 1.518 | 0.940 |

| | | |
|---------|--------|-------|
| 93-95 | 10.934 | 6.924 |
| 95-96 | 0.705 | 0.447 |
| 95-97 | 10.229 | 6.478 |
| 97-98 | 4.807 | 3.044 |
| 98-99 | 2.028 | 1.285 |
| 99-100 | 4.373 | 2.660 |
| 100-101 | 4.373 | 2.660 |
| | | |
| | | |

Tabel 4-7
Aliran Daya Tiap Saluran Penyulang Pujon Sebelum Kompensasi

| Saluran | P (kW) | Q (kVAR) | Saluran | P (kW) | Q (kVAR) |
|---------|-----------|-------------|---------|-----------|-------------|
| 1-2 | 3948.985 | 2427.663 | 2-1 | -3943.241 | -2417.356 |
| 2-3 | 3998.521 | 2390.826 | 2-3 | -3882.250 | -2365.949 |
| 3-4 | 3822.050 | 2330.234 | 4-3 | -3812.535 | -2315.693 |
| 4-5 | 36.980 | 21.939 | 5-4 | -36.980 | -21.939 |
| 4-6 | 3775.555 | 2293.753 | 6-4 | -3768.176 | -2282.473 |
| 6-7 | 3740.655 | 2266.146 | 7-6 | -3718.486 | -2232.254 |
| 7-8 | 411.223 | 244.078 | 8-7 | -411.203 | -244.047 |
| 8-9 | 357.023 | 211.904 | 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 | 40.326 | 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 |
| 5-16 | 151.362 | 89.799 | 16-15 | -151.360 | -89.796 |
| 16-17 | 118.680 | 70.408 | 17-16 | -118.680 | -70.408 |
| 15-18 | 3145.409 | 1882.342 | 18-15 | -3119.469 | -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 | 2989.607 | 1801.332 | 21-18 | -2987.462 | -1798.052 |
| 21-22 | 77.402 | 45.920 | 22-21 | -77.400 | -45.918 |
| 21-23 | 2910.060 | 1752.131 | 23-21 | -2901.647 | -1739.265 |
| 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 | 119.95 | 26-23 | -202.143 | -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 |
| 28-29 | 104.962 | 62.261 | 29-28 | -104.920 | -62.244 |
| 23-30 | 2483.549 | 1491.244 | 30-23 | -2479.290 | -1484.735 |
| 30-31 | 2456.93 | 1471.469 | 31-30 | -2456.250 | -1470.429 |
| 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 | 2253.256 | 1350.001 | 39-31 | -2252.525 | -1344.152 |
| 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 | 2147.599 | 1281.901 | 43-39 | -2147.449 | -1281.673 |
| 43-44 | 2086.398 | 1245.449 | 44-43 | -2080.633 | -1236.650 |
| 44-45 | 619.239 | 368.050 | 45-44 | -618.997 | -367.680 |
| 45-46 | 563.097 | 334.520 | 46-45 | -563.011 | -334.389 |
| 46-47 | 491.631 | 292.042 | 47-46 | -491.477 | -291.806 |
| 47-48 | 432.197 | 256.602 | 48-47 | -432.051 | -256.471 |
| 48-49 | 376.151 | 223.308 | 49-48 | -376.110 | -223.244 |
| 49-50 | 47.301 | 28.063 | 50-49 | -47.300 | -28.061 |
| 49-51 | 328.808 | 195.181 | 51-49 | -328.804 | -195.174 |

Tabel 4-9
Profil tegangan dan Sudut Fasa Tiap Bus Penyulang Pujon Setelah Kompensasi

| Bus | Tegangan re (pu) | Sudut Fasa (deg) | Bus | Tegangan re (pu) | Sudut Fasa (deg) |
|-----|------------------|------------------|-----|------------------|------------------|
| 1 | 1.0000 | 0.000 | 52 | 0.97340 | -1.97035 |
| 2 | 0.99845 | -0.09881 | 53 | 0.97311 | -1.97885 |
| 3 | 0.99500 | -0.34211 | 54 | 0.97248 | -1.98344 |
| 4 | 0.99293 | -0.48811 | 55 | 0.97210 | -0.98620 |
| 5 | 0.99293 | -0.60327 | 56 | 0.97197 | -1.99005 |
| 6 | 0.99133 | -0.95494 | 57 | 0.97191 | -1.99183 |
| 7 | 0.98652 | -0.95683 | 58 | 0.97190 | -1.99217 |
| 8 | 0.98645 | -0.95683 | 59 | 0.97194 | -1.99088 |
| 9 | 0.98630 | -0.96123 | 60 | 0.97193 | -1.99088 |
| 10 | 0.98604 | -0.96847 | 61 | 0.97191 | -1.99124 |
| 11 | 0.98597 | -0.97052 | 62 | 0.97189 | -1.99189 |
| 12 | 0.98594 | -0.97145 | 63 | 0.97189 | -1.99226 |
| 13 | 0.98584 | -0.97437 | 64 | 0.97383 | -1.93708 |
| 14 | 0.98594 | -0.97145 | 65 | 0.97383 | -1.94282 |
| 15 | 0.98420 | -0.15136 | 66 | 0.97369 | -1.94347 |
| 16 | 0.98418 | -0.15176 | 67 | 0.97386 | -1.94740 |
| 17 | 0.98418 | -0.15184 | 68 | 0.97434 | -1.96705 |
| 18 | 0.97836 | -0.20555 | 69 | 0.97374 | -1.95317 |
| 19 | 0.97838 | -0.20627 | 70 | 0.97062 | -1.96124 |
| 20 | 0.97836 | -0.25144 | 71 | 0.97008 | -1.99051 |
| 21 | 0.97792 | -0.25205 | 72 | 0.97006 | -1.99043 |
| 22 | 0.97789 | -0.43864 | 73 | 0.97005 | -1.99077 |
| 23 | 0.97608 | -1.44042 | 74 | 0.97005 | -1.99077 |
| 24 | 0.97600 | -1.43862 | 75 | 0.96986 | -2.00205 |
| 25 | 0.97604 | -1.43544 | 76 | 0.96973 | -2.01040 |
| 26 | 0.97569 | -1.43543 | 77 | 0.96919 | -2.02640 |
| 27 | 0.97569 | -1.43544 | 78 | 0.96916 | -2.02707 |
| 28 | 0.97569 | -1.43241 | 79 | 0.96905 | -2.03037 |
| 29 | 0.97533 | -1.55713 | 80 | 0.96897 | -2.03268 |
| 30 | 0.97517 | -1.55713 | 81 | 0.96875 | -2.03550 |
| 31 | 0.97517 | -1.57634 | 82 | 0.96865 | -2.04138 |
| 32 | 0.97503 | -1.57720 | 83 | 0.96962 | -2.02067 |
| 33 | 0.97500 | -1.57623 | 84 | 0.96962 | -2.02082 |
| 34 | 0.97492 | -1.57604 | 85 | 0.96961 | -2.02034 |
| 35 | 0.97474 | -1.57603 | 86 | 0.96958 | -2.05108 |
| 36 | 0.97472 | -1.57629 | 87 | 0.96957 | -2.05612 |
| 37 | 0.97471 | -1.57636 | 88 | 0.96957 | -2.07065 |
| 38 | 0.97471 | -1.57638 | 89 | 0.96952 | -2.09011 |
| 39 | 0.97471 | -1.68522 | 90 | 0.96951 | -2.09090 |
| 40 | 0.97524 | -1.68522 | 91 | 0.96949 | -2.09179 |
| 41 | 0.97523 | -1.68680 | 92 | 0.96946 | -2.09446 |
| 42 | 0.97518 | -1.68685 | 93 | 0.96953 | -2.11536 |
| 43 | 0.97521 | -1.69036 | 94 | 0.96962 | -2.11531 |

| | | |
|----|---------|----------|
| 44 | 0.97422 | -1.89694 |
| 45 | 0.97422 | -1.93175 |
| 46 | 0.97424 | -1.94606 |
| 47 | 0.97383 | -1.95796 |
| 48 | 0.95234 | -1.07451 |
| 49 | 0.95219 | -1.07520 |
| 50 | 0.95215 | -1.07561 |
| 51 | 0.95217 | -1.07508 |

| | | |
|-----|---------|----------|
| 95 | 0.96958 | -2.12993 |
| 96 | 0.96957 | -2.12992 |
| 97 | 0.96944 | -2.12978 |
| 98 | 0.96919 | -2.12953 |
| 99 | 0.94572 | -1.11377 |
| 100 | 0.97695 | -0.63396 |
| 101 | 0.97689 | -0.63392 |

Tabel 4-10
Aliran Arus Tiap Saluran Penyulang Pujon Setelah Kompensasi

| Saluran | Arus re (A) | Arus im (A) | Saluran | Arus re (A) | Arus im (A) |
|---------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|
| 1-2 | 195.740 | 24.715 | 51-53 | 15.064 | 9.667 |
| 2-3 | 193.503 | 23.383 | 53-54 | 10.608 | 6.802 |
| 3-4 | 190.488 | 21.570 | 54-55 | 9.180 | 5.886 |
| 4-5 | 1.853 | 1.121 | 55-56 | 5.629 | 3.610 |
| 4-6 | 188.636 | 20.449 | 56-57 | 2.165 | 1.388 |
| 6-7 | 187.256 | 19.611 | 57-58 | 0.520 | 0.333 |
| 7-8 | 20.633 | 12.716 | 56-59 | 3.464 | 2.222 |
| 8-9 | 17.914 | 11.041 | 59-60 | 1.949 | 1.250 |
| 9-10 | 13.598 | 8.382 | 59-61 | 1.516 | 0.972 |
| 10-11 | 7.468 | 4.604 | 61-62 | 0.520 | 0.333 |
| 11-12 | 3.454 | 2.129 | 44-63 | 75.293 | -9.957 |
| 12-13 | 3.454 | 2.129 | 63-64 | 7.352 | 4.705 |
| 12-14 | -0.000 | 0.000 | 64-65 | 5.795 | 3.709 |
| 7-15 | 166.623 | 6.895 | 65-66 | 0.605 | 0.388 |
| 15-16 | 7.596 | 4.716 | 63-67 | 67.941 | -14.663 |
| 16-17 | 5.956 | 3.697 | 67-68 | 1.960 | -36.483 |
| 15-18 | 159.027 | 2.180 | 67-69 | 65.982 | 21.820 |
| 18-19 | 3.168 | 1.971 | 69-70 | 61.312 | 18.830 |
| 18-20 | 3.385 | 2.106 | 70-71 | 59.273 | 17.524 |
| 18-21 | 152.475 | -1.896 | 71-72 | 55.672 | 15.215 |
| 21-22 | 3.905 | 2.434 | 72-73 | 2.386 | 1.530 |
| 21-23 | 148.570 | -4.330 | 72-74 | 53.286 | 13.685 |
| 23-24 | 7.246 | 4.548 | 74-75 | 48.730 | 10.762 |
| 23-25 | 3.644 | 2.288 | 75-76 | 16.802 | 10.792 |
| 23-26 | 10.202 | 6.403 | 76-77 | 3.039 | 1.951 |
| 26-27 | 4.905 | 3.078 | 76-78 | 13.764 | 8.841 |
| 26-28 | 0.000 | -0.000 | 78-79 | 8.424 | 5.411 |
| 26-29 | 5.297 | 3.324 | 79-80 | 6.383 | 4.101 |
| 23-30 | 127.478 | -17.596 | 80-81 | 5.689 | 3.655 |
| 30-31 | 126.350 | -18.280 | 81-82 | 3.344 | 2.148 |
| 31-32 | 1.681 | 1.067 | 75-83 | 31.928 | -3.030 |
| 31-33 | 8.545 | 5.392 | 83-84 | 1.256 | 0.808 |
| 33-34 | 3.774 | 2.382 | 83-85 | 30.669 | -0.837 |
| 34-35 | 3.774 | 2.382 | 85-86 | 4.945 | 3.178 |
| 35-36 | 0.868 | 0.548 | 85-87 | 25.724 | -4.016 |
| 36-37 | 0.434 | 0.274 | 87-88 | 19.998 | -7.697 |
| 37-38 | 0.087 | 0.055 | 88-89 | 16.875 | -9.705 |
| 31-39 | 116.114 | -24.740 | 89-90 | 2.819 | 1.814 |
| 39-40 | 0.520 | 0.329 | 90-91 | 1.256 | 0.810 |
| 39-41 | 4.764 | 3.019 | 89-92 | 14.057 | -11.520 |
| 41-42 | 0.693 | 0.439 | 92-93 | 12.192 | -12.720 |
| 39-43 | 110.831 | -28.008 | 93-94 | 0.694 | 0.447 |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 43-44 | 107.737 | -30.037 |
| 44-45 | 32.464 | -20.079 |
| 45-46 | 29.654 | 21.877 |
| 46-47 | 24.707 | 15.835 |
| 47-48 | 21.724 | 13.924 |
| 48-49 | 18.913 | 12.124 |
| 49-50 | 2.379 | 1.524 |
| 49-51 | 16.534 | 10.599 |
| 51-52 | 1.470 | 0.942 |

| | | |
|---------|--------|---------|
| 93-95 | 11.499 | -13.167 |
| 95-96 | 0.693 | 0.447 |
| 95-97 | 10.058 | -6.484 |
| 97-98 | 4.726 | -3.047 |
| 98-99 | 1.286 | 1.286 |
| 99-100 | 4.317 | 2.660 |
| 100-101 | 4.317 | 2.660 |
| | | |
| | | |

Tabel 4-11

Aliran Daya Tiap Saluran Penyalang Pujon Sesudah Kompensasi

| Saluran | P (kW) | Q (kVAR) | Saluran | P (kW) | Q (kVAR) |
|---------|-----------|-------------|---------|-----------|-------------|
| 1-2 | 3914.793 | 494.302 | 2-1 | -3909.908 | -486.836 |
| 2-3 | 3865.188 | 460.306 | 2-3 | -3853.422 | -442.318 |
| 3-4 | 3793.222 | 406.604 | 4-3 | -3786.357 | -396.111 |
| 4-5 | 36.980 | 21.939 | 5-4 | -36.980 | -21.939 |
| 4-6 | 3749.377 | 674.172 | 6-4 | -3744.060 | -366.043 |
| 6-7 | 3716.540 | 349.717 | 7-6 | -3700.577 | -325.313 |
| 7-8 | 411.221 | 244.074 | 8-7 | -411.201 | -244.044 |
| 8-9 | 357.021 | 211.901 | 9-8 | -356.983 | -211.843 |
| 9-10 | 270.964 | 160.811 | 10-9 | -270.914 | -160.735 |
| 10-11 | 148.794 | 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 | 3289.356 | 81.239 | 15-7 | -3281.872 | -69.798 |
| 5-16 | 151.362 | 89.799 | 16-15 | -151.360 | -89.796 |
| 16-17 | 118.680 | 70.408 | 17-16 | -118.680 | -70.408 |
| 15-18 | 3130.510 | -20.001 | 18-15 | -3112.020 | 22.827 |
| 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 | 2982.158 | -99.871 | 21-18 | -2980.628 | 102.210 |
| 21-22 | 77.402 | 45.920 | 22-21 | -77.400 | -45.918 |
| 21-23 | 2903.226 | -148.130 | 23-21 | -2897.219 | 157.316 |
| 23-24 | 143.626 | 85.213 | 24-23 | -143.620 | -85.203 |
| 23-25 | 72.242 | 42.858 | 25-23 | -72.240 | -42.857 |
| 23-26 | 202.225 | 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 |
| 28-29 | 104.961 | 62.261 | 29-28 | -104.920 | -62.244 |
| 23-30 | 2479.126 | -405.335 | 30-23 | -2476.018 | 410.086 |
| 30-31 | 2453.658 | -423.351 | 31-30 | -2453.160 | 424.112 |
| 31-32 | 33.541 | 19.899 | 32-31 | -33.540 | -19.898 |
| 31-33 | 169.454 | 100.528 | 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 | 2250.166 | -544.540 | 39-31 | -2249.616 | 548.934 |
| 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 | 2144.517 | -611.184 | 43-39 | -2144.577 | 611.359 |
| 43-44 | 2083.233 | -647.583 | 44-43 | -2079.044 | 654.422 |
| 44-45 | 619.233 | -411.953 | 45-44 | -618.996 | 412.331 |
| 45-46 | 563.086 | -445.491 | 46-45 | -562.987 | 445.641 |
| 46-47 | 491.631 | 292.012 | 47-46 | -491.459 | -291.786 |
| 47-48 | 432.119 | 256.582 | 48-47 | -432.037 | -256.456 |
| 48-49 | 376.137 | 223.293 | 49-48 | -376.097 | -223.232 |

| | | | | | |
|---------|----------|----------|---------|-----------|----------|
| 49-50 | 47.301 | 28.063 | 50-49 | -47.300 | -28.061 |
| 49-51 | 328.796 | 195.169 | 51-49 | -328.792 | -195.162 |
| 51-52 | 29.240 | 17.347 | 52-51 | -29.240 | -17.347 |
| 51-53 | 299.552 | 177.815 | 53-51 | -299.846 | -177.716 |
| 53-54 | 210.906 | 125.165 | 54-53 | -210.781 | -125.067 |
| 54-55 | 182.404 | 108.230 | 55-54 | -182.336 | -108.181 |
| 55-56 | 111.816 | 66.350 | 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 |
| 58-59 | 68.803 | 40.820 | 59-58 | -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 | 1459.811 | -242.469 | 63-44 | -1459.190 | 243.417 |
| 63-64 | 146.219 | 86.759 | 64-63 | -146.209 | -86.744 |
| 64-65 | 115.249 | 68.377 | 65-64 | -115.240 | -68.363 |
| 65-66 | 12.040 | 7.143 | 66-65 | -12.040 | -7.143 |
| 63-67 | 1312.972 | -330.176 | 67-63 | -1312.830 | 711.837 |
| 67-68 | 13.997 | 8.163 | 68-67 | -13.760 | 711.837 |
| 67-69 | 1298.833 | -771.475 | 69-67 | -1298.718 | -380.907 |
| 69-70 | 1205.838 | 381.083 | 70-69 | -1202.025 | -324.593 |
| 70-71 | 1161.605 | 325.805 | 71-70 | -1161.107 | -229.852 |
| 71-72 | 1089.727 | 257.505 | 72-71 | -1089.707 | -257.502 |
| 72-73 | 47.300 | 28.062 | 73-72 | -47.300 | -28.061 |
| 72-74 | 1042.407 | 229.441 | 74-72 | -1042.238 | -229.182 |
| 74-75 | 951.938 | 175.611 | 75-74 | -951.831 | -175.448 |
| 75-76 | 333.012 | 197.743 | 76-75 | -332.883 | -197.541 |
| 76-77 | 60.201 | 35.716 | 77-76 | -60.200 | -35.714 |
| 76-78 | 272.682 | 161.825 | 78-76 | -272.654 | -161.783 |
| 78-79 | 166.874 | 99.028 | 79-78 | -166.865 | -99.013 |
| 79-80 | 126.445 | 75.036 | 80-79 | -126.436 | -75.021 |
| 80-81 | 112.676 | 66.858 | 81-80 | -112.665 | -66.843 |
| 81-82 | 66.225 | 39.292 | 82-81 | -66.220 | -39.285 |
| 75-83 | 618.819 | -22.296 | 83-75 | -618.748 | 22.404 |
| 83-84 | 24.940 | 14.796 | 84-83 | -24.940 | -14.796 |
| 83-85 | 593.808 | -37.200 | 85-83 | -593.778 | 37.507 |
| 85-86 | 98.042 | 58.166 | 86-85 | -98.040 | -58.163 |
| 85-87 | 495.736 | -95.673 | 87-85 | -495.706 | 95.719 |
| 87-88 | 382.186 | -163.065 | 88-87 | -382.128 | -163.155 |
| 88-89 | 320.204 | -199.889 | 89-88 | -320.138 | 199.996 |
| 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 | 264.236 | -233.162 | 92-89 | -264.221 | 233.184 |
| 92-93 | 227.241 | -255.123 | 93-92 | -227.171 | 255.232 |
| 93-94 | 13.761 | 8.163 | 94-93 | -13.760 | -8.163 |
| 93-95 | 213.411 | -263.395 | 95-93 | -199.544 | -118.381 |
| 95-96 | 13.760 | 8.163 | 96-95 | -13.760 | -8.163 |
| 95-97 | 199.575 | 118.398 | 97-95 | -199.544 | -118.381 |
| 97-98 | 93.764 | 55.626 | 98-97 | -93.740 | -55.612 |
| 98-99 | 39.560 | 23.469 | 99-98 | -39.560 | -23.469 |
| 99-100 | 86.018 | 51.030 | 100-99 | -86.005 | -51.023 |
| 100-101 | 86.005 | 51.023 | 101-100 | -86.000 | -51.020 |

LAMPIRAN 2

LEMBARAN



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : WAODE NURBANI
N.I.M : 00.12.110
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR
PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
KOMBINASI FUZZY-GENETICS
ALGORITMA PADA GI SENGKALING
PENYULANG PUJON

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 18 Maret 2006
Dengan Nilai : 84.75 (A) $\frac{2}{3}$



(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
Ketua

Panitia Ujian

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
Sekretaris

Anggota Penguji

(Ir. H. Almizan Abuullab, MSEE)
Penguji Pertama

(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)
Penguji Kedua



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : WAODE NURBANI
2. NIM : 00.12.110
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN
KAPASITOR PADA SALURAN
DISTRIBUSI 20 kV DENGAN
MENGUNAKAN METODE
KOMBINASI *FUZZY-GENETICS*
ALGORITHM PADA GI
SENGKALING PENYULANG PUJON
6. Tanggal Mengajukan Skripsi : 4 Juli 2005
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 18 Maret 2006
8. Dosen Pembimbing : Ir. I Made Wartana, MT.
9. Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 90 (Sembilan Puluh) $\frac{8}{10}$

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing

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



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 18 Maret 2006
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Waode Nurbani
2. NIM : 00.12.110
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Saluran Distribusi 20 kV Dengan Menggunakan Metode Kombinasi *Fuzzy-Genetics Algorithm* Pada GI Sengkaling Penyulang Pujon

Perbaikan meliputi :

| No. | Materi Perbaikan | Ket |
|-----|---|-----|
| 1 | Informasi tentang waktu (hari, tanggal, jam) dari data pembebanan | ✓ |
| 2 | Pastikan bahwa Hitung Fitness Offspringnya juga menggunakan Fitness <i>Fuzzy</i> . | ✓ |
| 3 | Lampirkan hasil coba-coba untuk mendapatkan nilai/angka disetiap parameter <i>Genetics Algorithm</i> (Gambar 4-8) | ✓ |
| 4 | Beri keterangan gambar (Hal.69) | ✓ |
| 5 | Kesimpulan dan Tujuan disinkronkan. | ✓ |

Anggota Penguji

Ir. II Almizan Abdullah, MSEE
Penguji Pertama

Ir. H Taufik Hidayat, MT
Penguji Kedua

Dosen Pembimbing

Ir. I Made Wartana, MT

28
03 '06



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 : WAODE N
NIM : 0012110
Perbaikan meliputi :

1. Suplai ke realiter (uri, tanggal, jam) dari Data Pendukung
2. Partisipasi dalam Hitung Fitness Offspring jika menggunakan Fuzzy Fitness

Malang, 18-03-2006

()



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 : WA ODD Urbani
NIM : 0012110
Perbaikan meliputi :

- Lampirkan hasil coba: untuk mendapatkan nilai daya desain parameter EA (gbr 4-8)
- Beri keterangan gambar (tbl 6)
- Uraian & tujuan disimpulkan

Malang,

()



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : WAODE NURBANI
Nim : 00.12.110
Masa Bimbingan : 10 Februari 2006 s/d 10 Juli 2006
Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY DAN ALGORITMA GENETIKA

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|-----------|------------------------------|------------------|
| 1. | 13-03-'06 | Acce Gafte Ujir (supervised) | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| 5. | | | |
| 6. | | | |
| 7. | | | |
| 8. | | | |
| 9. | | | |
| 10. | | | |

Malang, 2006
Dosen Pembimbing,

Ir. I Made Wartana, MT
NIP.131 992 182

Form.S-4b



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-1621/III.TA/2/2005
Lampiran : -
Perihal : Survey / Permintaan Data
Malang, 18 Agustus 2005

Kepada : Yth Pimpinan
PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur
Area Pelayanan dan Jaringan Malang
Jl. Jendral Basuki Rahmad No.100
di-
Malang

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Bapak agar mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey untuk mendapatkan data-data guna penyusunan Skripsi dengan judul :

OPTIMALISASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY DAN ALGORITMA GENETIKA

Mahasiswa tersebut adalah :

1. Wadde Nurbani Nim : 00.12.110

Adapun lama Survey adalah : 2 (Dua) Minggu

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuanya kami ucapkan terima kasih.

Dekan
Fakultas Teknologi Industri
Wakil Dekan I

Ir. I Made Wartana, MT
Nip. 131 992 182

Tembusan disampaikan kepada Yth :

1. Ketua Jurusan
2. Arsip

Form.SK-2



PT. P.L.N (PERSERO)

DISTRIBUSI JAWA TIMUR

AREA PELAYANAN & JARINGAN MALANG

No. : 0341 - 326034 (Hunting)
Kode Pos : 211

Facsimile : 0341 - 362046

Nomor : 1416 /330/ M / 2005
Surat Sdr.No : ITN-1621 /III.TA/2/2005
Lampiran :
Perihal : SURVEY

Malang , 6 Oktober 2005

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

Menjawab surat Saudara nomor ITN-1621/III.TA/2/2005 Tanggal 26 September 2005 perihal tersebut diatas, dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan Mahasiswa Saudara atas nama :

Wadde Nurbani Nim : 00.12.110

Untuk melaksanakan Survey di PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 14 Nopember 2005 sampai dengan 28 Nopember 2005 dengan catatan PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.

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

Demikian agar menjadikan maklum.



Tembusan :
Supervisor Opdis
Manajer UPJ Batu

ABDURACHMAN SHODIQ, SH, ST



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

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

| | | | | |
|---|--|---|---|---------|
| 1 | Nama Mahasiswa : WADE NURBANI | | Nim : 0012110 | |
| 2 | Waktu pengajuan | Tanggal : | Bulan : | Tahun : |
| | | 8 | JULI | 2005 |
| 3 | Spesifikasi judul (berilah tanda silang) | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri | <input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya | | |
| 4 | Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : | | Mengetahui, Ketua Jurusan | |
| | <i>Ir. I Made Wartana, MT</i> | | Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1029500274 | |
| 5 | Judul yang diajukan mahasiswa : | ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI DENGAN METODE KOMBINASI FUZZY - ALGORITMA GENETIKA | | |
| 6 | Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu | | | |
| 7 | Catatan : | | | |
| | <i>berikan dan penegasan fungsi setiap metode FUZZY & GA dan lokasi pengamatan sistem di pertambangan u.t.e. s.d. CI</i> | | | |
| | Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu | Disetujui, 6. juli .2005.. Dosen <i>Ir. I Made Wartana, MT</i> | | |

Perhatian :

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

LAMPIRAN 3

LISTING PROGRAM

Listing Loadflow

```
unit uLoadflow;

interface

uses uUtils,uComplex;

type
  TParamBranch=(pbOhm,pbPu);

  TParamLF=record
    MaxIterasi,Iterasi:byte;
    Vbase,Vkonst,Pbase,Pkonst,Zbase,Ibase,Toleransi:double;
    ParamBranch:TParamBranch;
    SumGen,SumLoad,SumLoss:TCmplx;
  end;

  TBus=record
    absV,sudV,Pgen,Qgen,PL,QL,Cap:double;
    typeBus:byte;
  end;

  TBusArr1=array of TBus;

  TBranch=record
    dari,ke:integer;
    R,X,Lc,Tr,Tu,Su,KapSal,Length,JenisCable:double;
    Sij,Sji,Aij,Aji:TCmplx;
  end;

  TBranchArr1=array of TBranch;

  TGenLF=record
    bus:integer;
    Qmin,Qmax,a2,a1,a0,FixCost,VarCost,Pmin,Pmax:double;
  end;

  TGenLFArr1=array of TGenLF;

  TSwth=record
    dari,ke:integer;
  end;

  TSwthArr1=array of TSwth;

function CalcCostGenLF(const rGen:TGenLF;
  const rPgen:double):double;
procedure DecodeCommDataToLFData(const rBus:TBusArr1;
  var rNbus,rNsal:integer;
  var rV,rSg,rSl:CxArr1;
  var rCap:dArr1;
  var rTypBus:iArr1;
  const rBranch:TBranchArr1;
  var rZ,rTp:CxArr2;
  var rLc,rTr:dArr2);
procedure DecodeData(var rParamLF:TParamLF;
  var rNbus:integer;
  var rV,rSg,rSl:CxArr1;
  var rCap:dArr1;
  var rTypBus:iArr1;
  var rZ,rTp:CxArr2;
```

```

    var rLc,rTr:dArr2);
function FindSumGen(const rNbus:integer;
    const rTypBus:iArr1):integer;
procedure Admittansi(const rNbus:integer;
    const rZ,rTp:CxArr2;
    const rLc,rTr:dArr2;
    const rCap:dArr1;
    var rY:CxArr2);
function RccToPolar(const rData:CxArr1):CxArr1;
function PolarToRcc(const rData:CxArr1):CxArr1;
function MaxDataArray(const rData:dArr1):double;
procedure AliranDaya(const rNbus:integer,const rV:CxArr1;
    const rY:CxArr2;
    const rLc:dArr2;
    var rAlirS:CxArr2);
procedure DayaGen(const rNbus:integer;
    const rV,rSL:CxArr1;
    const rY:CxArr2;
    const rTyp:iArr1;
    var rSg:CxArr1);
procedure DayaSlack(const rNbus:integer;
    const rAlirS:CxArr2;
    const rTyp:iArr1;
    const rSL:CxArr1;
    var rSg:CxArr1);
procedure ArusBranch(const rNbus:integer;
    const rV:CxArr1;
    const rLc:dArr2;
    const rY:CxArr2;
    var rArus:CxArr2);
procedure UpdateAkhir(const rNbus,rNsal:integer;
    var rParamLF:TParamLF;
    const rV,rSg,rSL:CxArr1;
    const rAlir,rArus:CxArr2;
    var rBus:TBusArr1;
    var rBranch:TBranchArr1);overload;
procedure UpdateAkhir(const rNbus:integer;
    var rParamLF:TParamLF;
    var rSg,rSL:CxArr1;
    var rAlir,rArus:CxArr2);overload;
function FindVarControl(var rBus:TBusArr1):iArr1;overload;
function FindVarControl(var rSg:CxArr1;
    var rTypeBus:iArr1):iArr1;overload;
function FindBatasControl(var rBus:TBusArr1;
    var rParamLF:TParamLF):TBatasArr1;

var gBus:TBusArr1;
    gBranch:TBranchArr1;
    gParamLF:TParamLF;
    gGenLF:TGenLFArr1;

```

implementation

```

function CalcCostGenLF(const rGen:TGenLF;
    const rPgen:double):double;
begin
    result:=0;
    if rPgen>0 then
        begin
            result:=rGen.a2*sqrt(rPgen)+rGen.a1*rPgen+rGen.a0;
        end;
    end;
end;

procedure DecodeCommDataToLFData(const rBus:TBusArr1;

```

```

var rNbus,rNsal:integer;
var rV,rSg,rSL:CxArr1;
var rCap:dArr1;
var rTypBus:iArr1;
const rBranch:TBranchArr1;
var rZ,rTp:CxArr2;
var rLc,rTr:dArr2);
var i,dari,ke:integer;
begin
rNbus:=high(rBus)-1;
rNsal:=high(rBranch)+1;
SetLength(rV,rNbus);
SetLength(rSg,rNbus);
SetLength(rSL,rNbus);
SetLength(rCap,rNbus);
SetLength(rTypBus,rNbus);
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
rV[i].real:=rBus[i].absV;
rV[i].imag:=rBus[i].sudV;
rSg[i].real:=rBus[i].Pgen;
rSg[i].imag:=rBus[i].Qgen;
rSL[i].real:=rBus[i].PL;
rSL[i].imag:=rBus[i].QL;
rCap[i]:=rBus[i].Cap;
rTypBus[i]:=rBus[i].typeBus;
end;
SetLength(rZ,rNbus,rNbus);
SetLength(rTp,rNbus,rNbus);
SetLength(rLc,rNbus,rNbus);
SetLength(rTr,rNbus,rNbus);
for i:=0 to rNsal-1 do
begin
dari:=rBranch[i].dari-1;
ke:=rBranch[i].ke-1;
rZ[dari,ke].real:=rBranch[i].R;
rZ[dari,ke].imag:=rBranch[i].X;
rLc[dari,ke]:=rBranch[i].Lc;
rTr[dari,ke]:=rBranch[i].Tr;
rTp[dari,ke].real:=rBranch[i].Tu;
rTp[dari,ke].imag:=rBranch[i].Su;
end;
end;

procedure DecodeData(var rParamLF:TParamLF;
var rNbus:integer;
var rV,rSg,rSL:CxArr1;
var rCap:dArr1;
var rTypBus:iArr1;
var rZ,rTp:CxArr2;
var rLc,rTr:dArr2);
var i,j:integer;
begin
if rParamLF.MaxIterasi=0 then rParamLF.MaxIterasi:=15;
if rParamLF.Toleransi=0 then rParamLF.Toleransi:=0.0001;
rParamLF.Zbase:=sqrt(rParamLF.Vbase*rParamLF.Vkonst)/
(rParamLF.Pbase*rParamLF.Pkonst);
rParamLF.Ibase:=(rParamLF.Vbase*rParamLF.Vkonst)/rParamLF.Zbase;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
rSg[i].real:=rSg[i].real/rParamLF.Pbase;
rSg[i].imag:=rSg[i].imag/rParamLF.Pbase;
rSL[i].real:=rSL[i].real/rParamLF.Pbase;
rSL[i].imag:=rSL[i].imag/rParamLF.Pbase;

```

```

end;
if rParamLF.ParamBranch=pbOhm then
begin
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
for j:=0 to rNbus-1 do
begin
if rZ[i,j].imag<>0 then
begin
rZ[i,j].real:=rZ[i,j].real/rParamLF.Zbase;
rZ[i,j].imag:=rZ[i,j].imag/rParamLF.Zbase;
rLc[i,j]:=rLc[i,j]/rParamLF.Zbase;
end;
end;
end;
end;
{for i:=0 to rNbus-1 do
begin
for j:=0 to rNbus-1 do
begin
if rZ[i,j].imag<>0 then
begin
rZ[j,i]:=Cmplx(rZ[i,j]);
rLc[j,i]:=rLc[i,j];
end;
end;
end;}
end;}
end;

function FindSumGen(const rNbus:integer;
const rTypBus:iArr1):integer;
var i:integer;
begin
result:=0;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTypBus[i]=2 then
begin
inc(result);
end;
end;
end;

procedure Admitansi(const rNbus:integer;
const rZ,rTp:CxArr2;
const rLc,rTr:dArr2;
const rCap:dArr1;
var rY:CxArr2);
var i,j,k:integer;
a,b:double;
Lc:dArr2;
CY:CxArr2;
sum,Za,Ca:TCmplx;
begin
SetLength(CY,rNbus,rNbus);
SetLength(Lc,rNbus,rNbus);
sum:=Cmplx(1.0,0.0);
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
for j:=0 to rNbus-1 do
begin
if rZ[i,j].imag<>0 then
begin
if rTr[i,j]<>0 then

```



```

begin
  CY[i,j]:=Divide(sum,rZ[i,j]);
  CY[i,j]:=Divide(CY[i,j],rTr[i,j]);
  CY[j,i]:=Cmplx(CY[i,j]);
  Lc[i,j]:=(1/sqrt(rTr[i,j])-1/rTr[i,j])*CY[i,j].imag;
  Lc[j,i]:=(1-1/rTr[i,j])*CY[i,j].imag;
end
else
begin
  CY[i,j]:=Divide(sum,rZ[i,j]);
  CY[j,i]:=Cmplx(CY[i,j]);
  Lc[i,j]:=rLc[i,j];
  Lc[j,i]:=rLc[i,j];
end;
end;
end;
end;
SetLength(rY,rNbus,rNbus);
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
  for j:=0 to rNbus-1 do
  begin
    if j=i then
    begin
      rY[i,j]:=Cmplx(0,0,0,0);
      for k:=0 to rNbus-1 do
      begin
        rY[i,j].real:=rY[i,j].real+CY[i,k].real;
        rY[i,j].imag:=rY[i,j].imag+CY[i,k].imag+Lc[i,k];
      end;
    end
    else
    begin
      rY[i,j].real:=-CY[i,j].real;
      rY[i,j].imag:=-CY[i,j].imag;
    end;
  end;
end;
end;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
  for j:=0 to rNbus-1 do
  begin
    if rTp[i,j].real<>0 then
    begin
      a:=rTp[i,j].real*cos(rTp[i,j].imag);
      b:=rTp[i,j].real*sin(rTp[i,j].imag);
      rY[i,i].real:=rY[i,i].real-CY[i,j].real;
      rY[i,i].imag:=rY[i,i].imag-CY[i,j].imag-rLc[i,j];
      rY[i,i].real:=rY[i,i].real+CY[i,j].real/(sqrt(a)+sqrt(b));
      rY[i,i].imag:=rY[i,i].imag+CY[i,j].imag/(sqrt(a)+sqrt(b))+rLc[i,j];
      Za:=Cmplx(CY[i,j]);
      Za:=Negative(Za);
      Ca:=Cmplx(a,b);
      sum:=Divide(Za,Ca);
      rY[j,i]:=Cmplx(sum);
      Ca:=Conjugate(Ca);
      sum:=Divide(Za,Ca);
      rY[i,j]:=Cmplx(sum);
      {sUpfc:=TComplex.Create(aUpfc[i,j].tap*cos(aUpfc[i,j].sudut),
        aUpfc[i,j].tap*sin(aUpfc[i,j].sudut));
      CLc:=TComplex.Create(0,0,aLc[i,j]);
      result[i,i]:=result[i,i]-Cx[i,j]-CLc;
      result[i,i]:=result[i,i]+Cx[i,j]/sqrt(sUpfc.Abs)+CLc;
      result[i,j]:=-Cx[i,j]/conj(sUpfc);

```

```

    result[i,j]:=-Cx[i,j]/sUpfc;
    CLc.Free;
    sUpfc.Free;}
end;
end;
end;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
if rCap[i]<>0 then
begin
rY[i,i].imag:=rY[i,i].imag+rCap[i];
end;
end;
end;

function RecToPolar(const rData:CxArr1):CxArr1;
var i,NData:integer;
    abs,sud:double;
begin
NData:=high(rData)+1;
SetLength(result,NData);
for i:=0 to NData-1 do
begin
abs:=getAbs(rData[i]);
sud:=getAngleRad(rData[i]);
result[i]:=Cmplx(abs,sud);
end;
end;

function PolarToRec(const rData:CxArr1):CxArr1;
var i,NData:integer;
    real,imag:double;
begin
NData:=high(rData)+1;
SetLength(result,NData);
for i:=0 to NData-1 do
begin
real:=-rData[i].real*cos(rData[i].imag);
imag:=rData[i].real*sin(rData[i].imag);
result[i]:=Cmplx(real,imag);
end;
end;

function MaxDataArray(const rData:dArr1):double;
var i,NData:integer;
begin
NData:=high(rData)+1;
result:=abs(rData[0]);
for i:=1 to NData-1 do
begin
if result<abs(rData[i]) then
begin
result:=abs(rData[i]);
end;
end;
end;

procedure AliranDaya(const rNbus:integer;const rV:CxArr1;
    const rY:CxArr2;
    const rLc:dArr2;
    var rAlirS:CxArr2);
var i,j:integer;
    Lca,tmp1,tmp2:TCmplx;
begin

```

```

SetLength(rAlirS,rNbus,rNbus);
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
  for j:=0 to rNbus-1 do
  begin
    rAlirS[i,j].real:=0.0;
    rAlirS[i,j].imag:=0.0;
    if j<>i then
    begin
      if rY[i,j].imag<>0 then
      begin
        Lca:=Cmplx(0.0,rLc[i,j]);
        tmp1:=Multiply(Multiply(Conjugate(rV[i]),Subtract(rV[i],rV[j])),
          Negative(rY[i,j]));
        tmp2:=Multiply(Multiply(Conjugate(rV[i]),rV[i]),Lca);
        rAlirS[i,j]:=Conjugate(Add(tmp1,tmp2));
        //result[i,j]:=conj(aV[j]*(aV[i]-aV[j])*(-aY[i,j])+
        //      conj(aV[j])*aV[j]*dIc;
        //result[i,j]:=conj(result[i,j]);
      end;
    end;
  end;
end;
end;

procedure DayaGen(const rNbus:integer;
  const rV,rSL:CxArr1;
  const rY:CxArr2;
  const rTyp:iArr1;
  var rSg:CxArr1);
var i,j:integer;
  sum:double;
begin
  for i:=0 to rNbus-1 do
  begin
    sum:=0.0;
    if rTyp[i]=2 then
    begin
      for j:=0 to rNbus-1 do
      begin
        //sum:=sum+(Fj*(Ej*Gij+Fj*-Bij)-Fj*(Fj*Gij-Ej*-Bij));
        sum:=sum+(rV[i].imag*(rV[j].real*rY[i,j].real+rV[j].imag*-rY[i,j].imag)-
          rV[i].real*(rV[j].imag*rY[i,j].real-rV[j].real*-rY[i,j].imag));
      end;
      rSg[i].imag:=sum+rSL[i].imag;
    end;
  end;
end;

procedure DayaSlack(const rNbus:integer;
  const rAlirS:CxArr2;
  const rTyp:iArr1;
  const rSL:CxArr1;
  var rSg:CxArr1);
var i,j:integer;
  sumP,sumQ:double;
begin
  for i:=0 to rNbus-1 do
  begin
    if rTyp[i]=1 then
    begin
      sumP:=0.0;
      sumQ:=0.0;
      for j:=0 to rNbus-1 do

```

```

begin
  if rAlirS[i,j].imag <> 0 then
    begin
      sumP:=sumP+rAlirS[i,j].real;
      sumQ:=sumQ+rAlirS[i,j].imag;
    end;
  end;
  rSg[i].real:=sumP+rSL[i].real;
  rSg[i].imag:=sumQ+rSL[i].imag;
end;
end;
end;

procedure ArusBranch(const rNbus:integer;
  const rV:CxArr1;
  const rLc:dArr2;
  const rY:CxArr2;
  var rArus:CxArr2);
var i,j:integer;
    xLc,tmp1,tmp2:TCmplx;
begin
  SetLength(rArus,rNbus,rNbus);
  SetLength(rArus,rNbus,rNbus);
  for i:=0 to rNbus-1 do
    begin
      for j:=0 to rNbus-1 do
        begin
          if rY[i,j].imag <> 0 then
            begin
              xLc:=Cmplx(0,rLc[i,j]);
              tmp1:=Multiply(Subtract(rV[i],rV[j]),Negative(rY[i,j]));
              tmp2:=Multiply(rV[i],xLc);
              rArus[i,j]:=Conjugate(Add(tmp1,tmp2));
              //result[i,j]:=(aV[i]-aV[j])*(-aY[i,j])+aV[i]*xLc;
              //result[i,j]:=Conj(result[i,j]);
            end
          else
            begin
              rArus[i,j].real:=0.0;
              rArus[i,j].imag:=0.0;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;

procedure UpdateAkhir(const rNbus,rNsal:integer;
  var rParamLF:IParamLF;
  const rV,rSg,rSL:CxArr1;
  const rAlir,rArus:CxArr2;
  var rBus:TBusArr1;
  var rBranch:TBranchArr1);
var i,dari,ke:integer;
begin
  rParamLF.SumGen:=Cmplx(0.0,0.0);
  rParamLF.SumLoad:=Cmplx(0.0,0.0);
  for i:=0 to rNbus-1 do
    begin
      rBus[i].absV:=rV[i].real;
      rBus[i].sudV:=rV[i].imag;
      rBus[i].Pgen:=rSg[i].real*rParamLF.Pbase;
      rBus[i].Qgen:=rSg[i].imag*rParamLF.Pbase;
      rBus[i].PL:=rSL[i].real*rParamLF.Pbase;
      rBus[i].QL:=rSL[i].imag*rParamLF.Pbase;
      rParamLF.SumGen:=Add(rParamLF.SumGen,rSg[i]);
    end;
  end;
end;

```

```

    rParamLF.SumLoad:=Add(rParamLF.SumLoad,rSL[i]);
end;
rParamLF.SumGen:=Multiply(rParamLF.SumGen,rParamLF.Pbase);
rParamLF.SumLoad:=Multiply(rParamLF.SumLoad,rParamLF.Pbase);
rParamLF.SumLoss:=Subtract(rParamLF.SumGen,rParamLF.SumLoad);
for i:=0 to rNsal-1 do
begin
    dari:=Branch[i].dari-1;
    ke:=rBranch[i].ke-1;
    rBranch[i].Sij:=Multiply(Cmplx(rAlir[dari,ke]),rParamLF.Pbase);
    rBranch[i].Sji:=Multiply(Cmplx(rAlir[ke,dari]),rParamLF.Pbase);
    rBranch[i].Aij:=Multiply(Cmplx(rArus[dari,ke]),rParamLF.Ibase);
    rBranch[i].Aji:=Multiply(Cmplx(rArus[ke,dari]),rParamLF.Ibase);
end;
end;

```

```

procedure UpdateAkhir(const rNbus:integer;
    var rParamLF:TParamLF;
    var rSg,rSL:CxArr1;
    var rAlir,rArus:CxArr2);
var i,j:integer;
begin
    rParamLF.SumGen:=Cmplx(0.0,0.0);
    rParamLF.SumLoad:=Cmplx(0.0,0.0);
    for i:=0 to rNbus-1 do
    begin
        rSg[i].real:=rSg[i].real*rParamLF.Pbase;
        rSg[i].imag:=rSg[i].imag*rParamLF.Pbase;
        rSL[i].real:=rSL[i].real*rParamLF.Pbase;
        rSL[i].imag:=rSL[i].imag*rParamLF.Pbase;
        rParamLF.SumGen:=Add(rParamLF.SumGen,rSg[i]);
        rParamLF.SumLoad:=Add(rParamLF.SumLoad,rSL[i]);
    end;
    rParamLF.SumLoss:=Subtract(rParamLF.SumGen,rParamLF.SumLoad);
    for i:=0 to rNbus-1 do
    begin
        for j:=0 to rNbus-1 do
        begin
            if rAlir[i,j].imag<>0 then
            begin
                rAlir[i,j]:=Multiply(rAlir[i,j],rParamLF.Pbase);
                rArus[i,j]:=Multiply(rArus[i,j],rParamLF.Ibase);
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

function FindVarControl(var rBus:TBusArr1):iArr1;
var i,Nbus,sa:integer;
begin
    Nbus:=high(rBus)+1;
    sa:=0;
    for i:=0 to Nbus-1 do
    begin
        if rBus[i].typeBus<>3 then
        begin
            inc(sa);
        end;
    end;
    for i:=0 to Nbus-1 do
    begin
        if rBus[i].typeBus=3 then
        begin
            if rBus[i].Qgen<>0 then

```

```

begin
  inc(sa);
end;
end;
end;
SetLength(result,sa);
sa:=0;
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
  if rBus[i].typeBus<>3 then
  begin
    result[sa]:=i;
    inc(sa);
  end;
end;
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
  if rBus[i].typeBus=3 then
  begin
    if rBus[i].Qgen<>0 then
    begin
      result[sa]:=i;
      inc(sa);
    end;
  end;
end;
end;
end;

function FindVarControl(var rSg:CxArr1;
  var rTypeBus:iArr1):iArr1;
var i,Nbus,sa:integer;
begin
  Nbus:=high(rSg)+1;
  sa:=0;
  for i:=0 to Nbus-1 do
  begin
    if rTypeBus[i]<>3 then
    begin
      inc(sa);
    end;
  end;
  for i:=0 to Nbus-1 do
  begin
    if rTypeBus[i]=3 then
    begin
      if rSg[i].imag<>0 then
      begin
        inc(sa);
      end;
    end;
  end;
  SetLength(result,sa);
  sa:=0;
  for i:=0 to Nbus-1 do
  begin
    if rTypeBus[i]<>3 then
    begin
      result[sa]:=i;
      inc(sa);
    end;
  end;
  for i:=0 to Nbus-1 do
  begin
    if rTypeBus[i]=3 then

```

```

begin
  if rSg[i].imag < 0 then
    begin
      result[sa] := 1;
      inc(sa);
    end;
  end;
end;
end;
end;

function FindBatasControl(var rBus: TBusArr1;
  var rParamLF: TParamLF); (BatasArr1;
var i, Nbus, sa: integer;
begin
  Nbus := high(rBus) + 1;
  sa := 0;
  for i := 0 to Nbus - 1 do
    begin
      if rBus[i].typeBus < 3 then
        begin
          inc(sa);
        end;
      end;
    for i := 0 to Nbus - 1 do
      begin
        if rBus[i].typeBus = 3 then
          begin
            if rBus[i].Qgen < 0 then
              begin
                inc(sa);
              end;
            end;
          end;
        SetLength(result, sa);
        sa := 0;
        for i := 0 to Nbus - 1 do
          begin
            if rBus[i].typeBus < 3 then
              begin
                result[sa].min := 0.95;
                result[sa].max := 1.05;
                inc(sa);
              end;
            end;
          for i := 0 to Nbus - 1 do
            begin
              if rBus[i].Qgen < 0 then
                begin
                  result[sa].min := 0;
                  result[sa].max := rBus[i].Qgen / rParamLF.Pbase;
                  inc(sa);
                end;
              end;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

Listing Newton Raphson

```

unit uNewtonRaphson;

interface

uses uUtils,uComplex,uLoadflow,uMatrix;

procedure NewtonRaphson(var rBus:TBusArr1;
    var rBranch:TBranchArr1;
    var rParamLF:TParamLF);overload;
procedure NewtonRaphson(var rParamLF:TParamLF;
    var rV,rSg,rSL:CxArr1;
    var rCap:dArr1;
    var rTypBus:iArr1;
    var rZ,rTp,rAlir,rArus:CxArr2;
    var rLc,rTr:dArr2);overload;

implementation

function MismatchDaysa(var rNbus,rNgen:integer;
    var rV,rSg,rSL:CxArr1;
    var rTyp:iArr1;
    var rY:CxArr2):dArr1;
var i,j,Ns,Np,Nq:integer;
    sumP,sumQ:double;
begin
    Ns:=rNbus-1+rNbus-rNgen-1;
    SetLength(result,Ns);
    Np:=-1;
    Nq:=rNbus-2;
    for i:=0 to rNbus-1 do
    begin
        if rTyp[i]<>1 then
        begin
            inc(Np);
            sumP:=0.0;
            for j:=0 to rNbus-1 do
            begin
                //sumP:=sumP+Ui*Uj*(Gij*cos(di-dj)+Bij*sin(di-dj));
                sumP:=sumP+rV[i].real*rV[j].real*(rY[i,j].real*
                    cos(rV[i].imag-rV[j].imag)+rY[i,j].imag*
                    sin(rV[i].imag-rV[j].imag));
            end;
            result[Np]:=rSg[i].real-rSL[i].real-sumP;
        end;
        if rTyp[i]=3 then
        begin
            inc(Nq);
            sumQ:=0.0;
            for j:=0 to rNbus-1 do
            begin
                //sumQ:=sumQ+Ui*Uj*(Gij*sin(di-dj)-Bij*cos(di-dj));
                sumQ:=sumQ+rV[i].real*rV[j].real*(rY[i,j].real*
                    sin(rV[i].imag-rV[j].imag)-rY[i,j].imag*
                    cos(rV[i].imag-rV[j].imag));
            end;
            result[Nq]:=rSg[i].imag-rSL[i].imag-sumQ;
        end;
    end;
end;
end;
end;

```



```

function Jaqobian(var rNbus,rNgen:integer;
    var rV:CxArr1;
    var rTyp:iArr1;
    var rY:CxArr2):dArr2;
var i,j,k,row,col:integer;
    sum,Pj,Qj:double;
begin
row:=rNbus-1+rNbus-rNgen-1;
SetLength(result,row,row);
//Pembentukan Jaqobian H dP/d0
row:=-1;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[i]<>1 then
begin
inc(row);
col:=1;
for j:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[j]<>1 then
begin
inc(col);
if j=i then
begin
sum:=0.0;
for k:=0 to rNbus-1 do
begin
//sum:=sum+((Gjk*sin(dj-dk)-Bjk*cos(dj-dk))*Uk);
sum:=sum+((rY[j,k].real*sin(rV[j].imag-rV[k].imag)-
rY[j,k].imag*cos(rV[j].imag-rV[k].imag))*
rV[k].real);
end;
//Qj:=sum*Uj;
Qj:=sum*rV[j].real;
//result[row,col]:=-Qj-Bij*sqr(Ui);
result[row,col]:=-Qj-rY[i,j].imag*sqr(rV[i].real);
end
else
begin
//result[row,col]:=Ui*Uj*(Gij*sin(di-dj)-Bij*cos(di-dj));
result[row,col]:=rV[i].real*rV[j].real*(rY[i,j].real*
sin(rV[i].imag-rV[j].imag)-rY[i,j].imag*
cos(rV[i].imag-rV[j].imag));
end;
end;
end;
end;
end;
//Pembentukan Matrik N dP/dV
row:=-1;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[i]<>1 then
begin
inc(row);
col:=rNbus-2;
for j:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[j]=3 then
begin
inc(col);
if j=i then

```

```

begin
sum:=0,0;
for k:=0 to rNbus-1 do
begin
//sum:=sum+((Gjk*cos(dj-dk)+Bjk*sin(dj-dk))*Uk);
sum:=sum+((rY[j,k].real*cos(rV[j].imag-rV[k].imag)+
rY[j,k].imag*sin(rV[j].imag-rV[k].imag))*
rV[k].real);
end;
//Pj:=sum*Uj;
Pj:=sum*rV[j].real;
//result[row,col]:=Pj+Gij*Ui;
result[row,col]:=Pj+rY[i,j].real*sqr(rV[i].real);
end
else
begin
//result[row,col]:=Uj*(Gij*cos(di-dj)+Bij*sin(di-dj));
result[row,col]:=-rV[i].real*rV[j].real*(rY[i,j].real*
cos(rV[i].imag-rV[j].imag)+rY[i,j].imag*
sin(rV[i].imag-rV[j].imag));
end;
end;
end;
end;
end;
//Pembentukan Jaqobian M dQ/d0
row:=rNbus-2;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[i]=3 then
begin
inc(row);
col:=-1;
for j:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[j]<>1 then
begin
inc(col);
if j=i then
begin
sum:=0;
for k:=0 to rNbus-1 do
begin
//sum:=sum+((Gjk*cos(dj-dk)+Bjk*sin(dj-dk))*Uk);
sum:=sum+((rY[j,k].real*cos(rV[j].imag-rV[k].imag)+
rY[j,k].imag*sin(rV[j].imag-rV[k].imag))*
rV[k].real);
end;
//Pj:=sum*Ui;
Pj:=sum*rV[i].real;
//result[row,col]:=Pj-Gij*sqr(Ui);
result[row,col]:=Pj-rY[i,j].real*sqr(rV[i].real);
end
else
begin
//result[row,col]:=-Ui*Uj*(Gij*cos(di-dj)+Bij*sin(di-dj));
result[row,col]:=-rV[i].real*rV[j].real*(rY[i,j].real*
cos(rV[i].imag-rV[j].imag)+rY[i,j].imag*
sin(rV[i].imag-rV[j].imag));
end;
end;
end;
end;
end;
end;

```

```

end;
//Pembentukan Jacobian L dQ/dV
row:=rNbus-2;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[i]=3 then
begin
inc(row);
col:=rNbus-2;
for j:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[j]=3 then
begin
inc(col);
if j = i then
begin
sum:=0.0;
for k:=0 to rNbus-1 do
begin
//sum:=sum+((Gjk*sin(dj-dk)-Bjk*cos(dj-dk))*Uk);
sum:=sum+((rY[j,k].real*sin(rV[j].imag-rV[k].imag)-
rY[j,k].imag*cos(rV[j].imag-rV[k].imag))*
rV[k].real);
end;
//Qj:=sum*Ui;
Qj:=sum*rV[i].real;
//result[row,col]:=Qj-Bij*Ui;
result[row,col]:=Qj-rY[i,j].imag*sqr(rV[i].real);
end
else
begin
//result[row,col]:=Uj*(Gij*sin(di-dj)-Bij*cos(di-dj));
result[row,col]:=rV[i].real*rV[j].real*(rY[i,j].real*
sin(rV[i].imag-rV[j].imag)-rY[i,j].imag*
cos(rV[i].imag-rV[j].imag));
end;
end;
end;
end;
end;
end;
end;

```

```

procedure UpdateTegangan(var rNbus:integer;
var rdS:dArr1;
var rIaq:dArr2;
var rTyp:dArr1;
var rV:CxArr1);
var i,Np,Nq:integer;
dV:double;
YE:dArr1;
begin
YE:=EIKiauss(rIaq,rdS);
Np:=1;
Nq:=rNbus-2;
for i:=0 to rNbus-1 do
begin
if rTyp[i]<>1 then
begin
inc(Np);
rV[i].imag:=rV[i].imag+YE[Np];
end;
if rTyp[i]=3 then
begin

```

```

    inc(Nq);
    dV:=YE[Nq]*rV[i].real;
    rV[i].real:=rV[i].real-dV;
    //rV[i].real:=rV[i].real+YE[Nq];
end;
end;
end;

procedure NewtonRaphson(var rBus:TBusArr1;
    var rBranch:TBranchArr1;
    var rParamLF:TParamLF);
var i,Nbus,Nsal,Ngen:integer;
    max:double;
    V,Sg,SL:CxArr1;
    Cap,dS:dArr1;
    TypBus:iArr1;
    Z,Tp,Y,Alir,Arus:CxArr2;
    Lc,lr,mJaq:dArr2;
begin
    DecodeCommDataToLFData(rBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,
    rBranch,Z,Tp,Lc,Tr);
    DecodeData(rParamLF,Nbus,V,Sg,SL,Cap,TypBus,Z,Tp,Lc,Tr);
    Ngen:=FindSumGen(Nbus,TypBus);
    Admittansi(Nbus,Z,Tp,Lc,Tr,Cap,Y);
    rParamLF.Iterasi:=0;
    for i:=0 to rParamLF.MaxIterasi-1 do
    begin
        dS:=MismatchDaya(Nbus,Ngen,V,Sg,SL,TypBus,Y);
        max:=MaxDataArray(dS);
        if max<=rParamLF.Tolcransi then break;
        mJaq:=Jacobian(Nbus,Ngen,V,TypBus,Y);
        UpdateTegangan(Nbus,dS,mJaq,TypBus,V);
        inc(rParamLF.Iterasi);
    end;
    V:=PolarToRec(V);
    AliranDaya(Nbus,V,Y,Lc,Alir);
    ArusBranch(Nbus,V,Lc,Y,Arus);
    DayaGen(Nbus,V,SL,Y,TypBus,Sg);
    DayaSlack(Nbus,Alir,TypBus,SL,Sg);
    V:=RecToPolar(V);
    UpdateAkhir(Nbus,Nsal,rParamLF,V,Sg,SL,Alir,Arus,rBus,rBranch);
end;

procedure NewtonRaphson(var rParamLF:TParamLF);
    var rV,rSg,rSL:CxArr1;
    var rCap:dArr1;
    var rTypBus:iArr1;
    var rZ,rTp,rAlir,rArus:CxArr2;
    var rLc,rTr:dArr2; overload;
var i,Nbus,Ngen:integer;
    max:double;
    dS:dArr1;
    Y:CxArr2;
    mJaq:dArr2;
begin
    Nbus:=high(rV)+1;
    DecodeData(rParamLF,Nbus,rV,rSg,rSL,rCap,rTypBus,rZ,rTp,rLc,rTr);
    Ngen:=FindSumGen(Nbus,rTypBus);
    Admittansi(Nbus,rZ,rTp,rLc,rTr,rCap,Y);
    rParamLF.Iterasi:=0;
    for i:=0 to rParamLF.MaxIterasi-1 do
    begin
        dS:=MismatchDaya(Nbus,Ngen,rV,rSg,rSL,rTypBus,Y);

```

```
max := MaxDataArray(dS);
if max <= rParamLF.Toleransi then break;
mJaq := Jaqobian(Nbus, Ngen, rV, rTypBus, Y);
UpdateTegangan(Nbus, dS, mJaq, rTypBus, rV);
inc(rParamLF.Iterasi);
end;
rV := PolarToRec(rV);
AliranDaya(Nbus, rV, Y, rLc, rAlir);
ArusBranch(Nbus, rV, rLc, Y, rArus);
DayaGen(Nbus, rV, rSl, Y, rTypBus, rSg);
DayaSlack(Nbus, rAlir, rTypBus, rSl, rSg);
rV := RecToPolar(rV);
UpdateAkhir(Nbus, rParamLF, rSg, rSl, rAlir, rArus);
end;

end.
```

Listing Menu

```
unit uMenu;

interface

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

type
  TfrmMenu = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    btnNew: TButton;
    btnOpen: TButton;
    btnExit: TButton;
    StatusBar1: TStatusBar;
    Panel2: TPanel;
    OpenDialog1: TOpenDialog;
    procedure btnExitClick(Sender: TObject);
    procedure btnNewClick(Sender: TObject);
    procedure btnOpenClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frmMenu: TfrmMenu;

implementation

uses uInputLFChild, uComplex, uUtils, uLoadflow;

{$R *.dfm}

procedure TfrmMenu.btnExitClick(Sender: TObject);
begin
  Application.Terminate;
end;

procedure TfrmMenu.btnNewClick(Sender: TObject);
begin
  try
    if frmInput=nil then
      begin
        frmInput:=TfrmInputLFChild.Create(Application);
      end;
    frmInput.Caption:='Input Data';
    frmInput.btnNext.Caption:='&Save';
    frmInput.ShowModal;
  finally
    frmInput.Free;
  end;
end;

procedure TfrmMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);
var NamaFile, Nama:string;
    output: TExtFile;
    ij, Typ, dari, ke, Nbus, Nsal, Param, Ngen, NCable: integer;
```

```

Cap,absV,sudV,Pg,Qg,PL,QL,CapSal,Pmin,Pmax,I harga,l.length:double;
R,X,Lc,Ir,Iu,Su,VKonst,PKonst,Pbase,Vbase:double;
begin
try
if OpenFileDialog1.Execute then
begin
NamaFile:=OpenDialog1.FileName;
AssignFile(output,NamaFile);
Reset(output);
Readln(output,Nbus);
Readln(output,Nsal);
Readln(output,Vbase);
Readln(output,VKonst);
Readln(output,Pbase);
Readln(output,PKonst);
Readln(output,param);
gParamLF.Vbase:=Vbase;
gParamLF.VKonst:=VKonst;
gParamLF.Pbase:=Pbase;
gParamLF.PKonst:=PKonst;
if Param=1 then
begin
gParamLF.ParamBranch:=pbPu;
end
else if Param=2 then
begin
gParamLF.ParamBranch:=pbOfm;
end;
gParamLF.MaxIterasi:=15;
gParamLF.Toleransi:=0.0001;
try
frmInput:=TfrmInputLFChild.Create(Application);
frmInput.edtNbus.Text:=IntToStr(Nbus);
frmInput.edtNsal.Text:=IntToStr(Nsal);
frmInput.cdtVbase.Text:=FloatToStr(Vbase);
if VKonst=1 then
begin
frmInput.cmbVKonst.Text:='V';
end
else if VKonst=1000 then
begin
frmInput.cmbVKonst.Text:='KV';
end
else if VKonst=1000000 then
begin
frmInput.cmbVKonst.Text:='MV';
end;
frmInput.cdtPbase.Text:=FloatToStr(Pbase);
if PKonst=1 then
begin
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)';
end
else if PKonst=1000 then
begin

```

```

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)';
end
else if PKonst=1000000 then
begin
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)';
end;
if param=1 then
begin
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)';
end
else if param=2 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;
SetLength(gBus,Nbus);
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
Readln(output,absV,sudV,Pg,Qg,PL,QL,Cap,Typ);
gBus[i].absV:=absV;
gBus[i].sudV:=sudV;
gBus[i].Pgen:=Pg;
gBus[i].Qgen:=Qg;
gBus[i].PL:=PL;
gBus[i].QL:=QL;
gBus[i].Cap:=Cap;
gBus[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;
SetLength(gBranch,Nsal);

```



```

for i:=0 to Nsal-1 do
begin
  Readln(output,dari,ke,R,X,Lc,Tr,Tu,Su,CapSal);
  gBranch[i].dari:=dari;
  gBranch[i].ke:=ke;
  gBranch[i].R:=R;
  gBranch[i].X:=X;
  gBranch[i].Lc:=Lc;
  gBranch[i].Tr:=Tr;
  gBranch[i].Tu:=Tu;
  gBranch[i].Su:=Su;
  gBranch[i].KapSal:=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;
Readln(output,Ngen);
if Ngen<>0 then
begin
  frmInput.fgGen.RowCount:=Ngen+1;
  SetLength(gGenLF,Ngen);
  for i:=0 to Ngen-1 do
  begin
    Readln(output,dari,R,X,Lc,Tr,Tu,Su,CapSal,Pmin,Pmax);
    gGenLF[i].bus:=dari;
    gGenLF[i].Qmin:=R;
    gGenLF[i].Qmax:=X;
    gGenLF[i].a2:=Lc;
    gGenLF[i].a1:=Tr;
    gGenLF[i].a0:=Tu;
    gGenLF[i].FixCost:=Su;
    gGenLF[i].VarCost:=CapSal;
    gGenLF[i].Pmin:=Pmin;
    gGenLF[i].Pmax:=Pmax;
    frmInput.fgGen.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    frmInput.fgGen.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gGenLF[i].bus);
    frmInput.fgGen.Cells[2,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Qmin,2);
    frmInput.fgGen.Cells[3,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Qmax,2);
    frmInput.fgGen.Cells[4,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].a2,5);
    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;
end
else
begin
  frmInput.fgGen.RowCount:=2;
end;
CloseFile(output);
frmInput.Caption:='Tampilan Data';
frmInput.btnNext.Caption:='&Next!';
frmInput.ShowModal;
finally

```

```
    frmInput.Free;
  end;
end;
except
  MessageDlg('File Corrupt atau Error Program!',mtWarning,[mbOK],0);
end;
end;
end.
```

Listing Algoritma Genetika

```
unit uGenetic;

interface

uses uUtils,uRandom,uFitness,uHasil;

type
  TIndiBin1=record
    chrom:bArr1;
    fitness:double;
  end;

  TPopBin1=array of TIndiBin1;

  TIndiBin2=record
    chrom:bArr2;
    fitness:double;
  end;

  TPopBin2=array of TIndiBin2;

  TNewParent=(npStandart,npReplikasi,npElitism);
  TTypeCross=(crOne,crTwo,crMulti);

  TGenetic=class
  private
    FMaxGen,FPopSize,FLength:integer;
    function getMin:dArr1;
    function getAvg:dArr1;
    function getMax:dArr1;
  protected
    FMin,FAvg,FMax:dArr1;
    FMin1,FAvg1,FMax1,FSumFitness:double;
    FRandom:TRandomu;
  public
    constructor Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength:integer);
    destructor Destroy;override;
    property MaxGen:integer read FMaxGen write FMaxGen;
    property PopSize:integer read FPopSize write FPopSize;
    property Length:integer read FLength write FLength;
    property Min:dArr1 read getMin;
    property Avg:dArr1 read getAvg;
    property Max:dArr1 read getMax;
  end;

  TGenBin=class(TGenetic)
  private
    FPCross,FPMutasi,PFFlip,FKa:double;
  protected
    FNewParent:TNewParent;
    FTypeCross:TTypeCross;
    function Mutasi(const rAllele:boolean):boolean;
  public
    constructor Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength:integer;
      const rPCross,rPMutasi,rPFlip,rKa:double;
      const rNewParent:TNewParent;
```

```

    const rTypeCross:TTypeCross);
property PCross:double read FPCross write FPCross;
property PMutasi:double read FPMutasi write FPMutasi;
property PFlip:double read FPFliP write FPFliP;
property Ka:double read FKa write FKa;
end;

TGenBin2=class(TGenBin)
private
    FParam:integer;
    FParent,FChild:TPopBin2;
    FBestIndi:TIndiBin2;
    function getIndividu(const rIndi:TIndiBin2):TIndiBin2;
    procedure SwapIndi(var rIndi1,rIndi2:TIndiBin2);
    function getBestIndi:TIndiBin2;
    procedure InitParent;
    procedure Statistik;
    function Seleksi:integer;
    procedure Crossover(const rParent1,rParent2:bArr2;
        var rChild1,rChild2:bArr2);
    procedure Generasi;
    procedure FindNewParent;
    procedure doHitung;
    function getBestChrom:bArr2;
public
    constructor Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength,rParam:integer;
        const rPCross,rPMutasi,rPFliP,rKa:double;
        const rNewParent:I NewParent;
        const rTypeCross:TTypeCross);
    property Param:integer read FParam write FParam;
    property BestChrom:bArr2 read getBestChrom;
end;

```

implementation

```

{TGenetic}
//constructor
constructor TGenetic.Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength:integer);
begin
    inherited Create;
    FMaxGen:=rMaxGen;
    FPopSize:=rPopSize;
    FLength:=rLength;
    SetLength(FMin,FMaxGen);
    SetLength(FAvg,FMaxGen);
    SetLength(FMax,FMaxGen);
    FRandom:=TRandomu.Create;
end;

//destructor
destructor TGenetic.Destroy;
begin
    try
        FRandom.Free;
    finally
        inherited Destroy;
    end;
end;

```

```

//data accessing
function TGenetic.getMin:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FMaxGen);
  for i:=0 to FMaxGen-1 do
    begin
      result[i]:=FMin[i];
    end;
  end;

function TGenetic.getAvg:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FMaxGen);
  for i:=0 to FMaxGen-1 do
    begin
      result[i]:=FAvg[i];
    end;
  end;

function TGenetic.getMax:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FMaxGen);
  for i:=0 to FMaxGen-1 do
    begin
      result[i]:=FMax[i];
    end;
  end;

{ TGenBin }

//constructor
constructor TGenBin.Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength:integer;
  const rPCross,rPMutasi,rPFlip,rKa:double;
  const rNewParent:TNewParent;
  const rTypeCross:TTypeCross);
begin
  inherited Create(rMaxGen,rPopSize,rLength);
  FPCross:=rPCross;
  FPMutasi:=rPMutasi;
  FPFip:=rPFlip;
  FKa:=rKa;
  FNewParent:=rNewParent;
  FTypeCross:=rTypeCross;
end;

function TGenBin.Mutasi(const rAllele:boolean):boolean;
begin
  if FRandom.Next(Boolean(FPMutasi))=true then
    begin
      result:=not rAllele;
    end
  else
    begin
      result:=rAllele;
    end;
end;

```

```

    end;
end;

{ TGenBin2 }

constructor TGenBin2.Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength,rParam:integer;
    const rPCross,rPMutasi,rPFlip,rKa:double;
    const rNewParent:TNewParent;
    const rTypeCross:TTypeCross);
begin
    inherited Create(rMaxGen,rPopSize,rLength,rPCross,rPMutasi,rPFlip,
        rKa,rNewParent,rTypeCross);
    FParam:=rParam;
end;

//data processing
function TGenBin2.getIndividu(const rIndi:TIndiBin2):TIndiBin2;
var i,j:integer;
begin
    SetLength(result.chrom,FParam,Length);
    for i:=0 to FParam-1 do
        begin
            for j:=0 to Length-1 do
                begin
                    result.chrom[i,j]:=rIndi.chrom[i,j];
                end;
            end;
        result.fitness:=rIndi.fitness;
    end;

procedure TGenBin2.SwapIndi(var rIndi1,rIndi2:TIndiBin2);
var tmp:TIndiBin2;
begin
    tmp:=getIndividu(rIndi1);
    rIndi1:=getIndividu(rIndi2);
    rIndi2:=getIndividu(tmp);
end;

function TGenBin2.getBestIndi:TIndiBin2;
var i:integer;
begin
    result:=getIndividu(FParent[0]);
    for i:=1 to PopSize-1 do
        begin
            if result.fitness<FParent[i].fitness then
                begin
                    result:=getIndividu(FParent[i]);
                end;
            end;
        end;

procedure TGenBin2.InitParent;
var i,j,k:integer;
begin
    SetLength(FParent,PopSize);
    SetLength(FChild,PopSize);
    for i:=0 to PopSize-1 do
        begin

```

```

SetLength(FParent[i].chrom,FParam.Length);
SetLength(FChild[i].chrom,FParam.Length);
for j:=0 to FParam-1 do
begin
  for k:=0 to Length-1 do
  begin
    FParent[i].chrom[j,k]:=FRandom.NextBoolean(PFlip);
  end;
end;
//hitung fitness parent
FParent[i].fitness:=gFitness.doHitungFitness(FParent[i].chrom);
end;
end;

```

```

procedure TGenBin2.Statistik;
var i:integer;
begin
  FMin1:=FParent[0].fitness;
  FMax1:=FParent[0].fitness;
  FSumFitness:=FParent[0].fitness;
  for i:=0 to PopSize-1 do
  begin
    if FMin1>FParent[i].fitness then
    begin
      FMin1:=FParent[i].fitness;
    end;
    if FMax1<FParent[i].fitness then
    begin
      FMax1:=FParent[i].fitness;
    end;
    FSumFitness:=FSumFitness+FParent[i].fitness;
  end;
  FAvg1:=FSumFitness/PopSize;
end;

```

```

function TGenBin2.Seleksi:integer;
var rand,partsum:double;
    i:integer;
begin
  partsum:=0;
  i:=0;
  rand:=FRandom.NextDouble*FSumFitness;
  repeat
    i:=i+1;
    partsum:=partsum+FParent[i-1].fitness;
  until (partsum>rand) or (i=PopSize);
  Result:=i-1;
end;

```

```

procedure TGenBin2.Crossover(const rParent1,rParent2:bArr2;
  var rChild1,rChild2:bArr2);
var ij,pos1,pos2,sum,sumChrom:integer;
begin
  if FRandom.NextBoolean(FPCross)=true then
  begin
    if FTypeCross=crOne then
    begin
      sumChrom:=FParam*Length;

```

```

pos1:=FRandom.NextInt(0,sumChrom-2);
sum:=0;
for i:=0 to FParam-1 do
begin
for j:=0 to Length-1 do
begin
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);
end;
end;
end
else if FTypeCross=crTwo then
begin
sumChrom:=FParam*Length;
pos1:=FRandom.NextInt(0,sumChrom-2);
repeat
pos2:=FRandom.NextInt(0,sumChrom-2);
until pos2<>pos1;
if pos1>pos2 then
begin
Swap(pos1,pos2);
end;
sum:=0;
for i:=0 to FParam-1 do
begin
for j:=0 to Length-1 do
begin
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);
end;
end;
end
else
begin
for i:=0 to FParam-1 do

```

```

begin
  for j:=0 to Length-1 do
    begin
      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;
      end;
    end;
  end;
end
else
begin
  for i:=0 to FParam-1 do
    begin
      for j:=0 to Lcngth-1 do
        begin
          rChild1[i,j]:=Mutasi(rParent1[i,j]);
          rChild2[i,j]:=Mutasi(rParent2[i,j]);
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

procedure TGenBin2.Generasi;
var i,mate1,mate2:integer;
begin
  i:=0;
  repeat
    mate1:=Seleksi;
    mate2:=Seleksi;
    Crossover(FParent[mate1].chrom,FParent[mate2].chrom,
      FChild[i].chrom,FChild[i+1].chrom);
    FChild[i].fitness:=gFitness.doHitungFitness(FChild[i].chrom);
    FChild[i+1].fitness:=gFitness.doHitungFitness(FChild[i+1].chrom);
    i:=i+2;
  until i>=PopSize;
end;

procedure TGenBin2.FindNewParent;
var i,j,mate:integer;
    tmpPop:TPopBin2;
begin
  if FNewParent=npStandart then
    begin
      for i:=0 to PopSize-1 do
        begin
          FParent[i]:=getIndividu(FChild[i]);
        end;
      end;
    end
  else if FNewParent=npReplikasi then
    begin

```

```

SetLength(tmpPop, PopSize);
for i:=0 to PopSize-1 do
begin
  repeat
    mate:=FRandom.NextInt(0, PopSize-1);
  until mate<>i;
  if FChild[i].fitness>FParent[mate].fitness then
  begin
    tmpPop[i]:=getIndividu(FChild[i]);
  end
  else
  begin
    tmpPop[i]:=getIndividu(FParent[mate]);
  end;
end;
for i:=0 to PopSize-1 do
begin
  FParent[i]:=getIndividu(tmpPop[i]);
end;
end
else
begin
  SetLength(tmpPop, 2*PopSize);
  for i:=0 to PopSize-1 do
  begin
    tmpPop[i]:=getIndividu(FParent[i]);
    tmpPop[i+PopSize]:=getIndividu(FChild[i]);
  end;
  for i:=0 to 2*PopSize-2 do
  begin
    for j:=i to 2*PopSize-1 do
    begin
      if tmpPop[i].fitness<tmpPop[j].fitness then
      begin
        SwapIndi(tmpPop[i], tmpPop[j]);
      end;
    end;
  end;
  for i:=0 to PopSize-1 do
  begin
    FParent[i]:=getIndividu(tmpPop[i]);
  end;
end;
end;
end;

```

```

procedure TGenBin2.doHitung;
var i:integer;
    tmpIndi:TIndiBin2;
begin
  InitParent;
  Statistik;
  FBestIndi:=getBestIndi;
  i:=0;
  repeat
    Generasi;
    FindNewParent;
    Statistik;
    tmpIndi:=getBestIndi;
  until

```

```

if FBestIndi.fitness<tmpIndi.fitness then
begin
  FBestIndi:=getIndividu(tmpIndi);
end;
FMin[i]:=FMin1;
FAvg[i]:=FAvg1;
FMax[i]:=FMax1;
frmHasil.pbGen.StepBy(1);
inc(i);
until i>=MaxGen;
end;

function TGenBin2.getBestChrom:bArr2;
var i,j:integer;
begin
  doHitung;
  SetLength(result,FParam,Length);
  for i:=0 to FParam-1 do
  begin
    for j:=0 to Length-1 do
    begin
      result[i,j]:=FBestIndi.chrom[i,j];
    end;
  end;
end;
end;

end.

```

Listing Fitness

```
unit uFitness;

interface

uses uUtils, uLoadflow, uNewtonRaphson, uComplex;

type
TFitness=class
private
    FCountCap,FCapBank,FTType,FTlow,FTmed,FTpeak,FJmlCapBank,FY:integer;
    FSlow,FSmed,FSpeak,FKeLow,FKeMed,FKePeak,FLamdaV,FLamdaS:double;
    FInvCostCapFixed,FInvCostCapSwitch,FF0:double;
    FBatasV:TBatas;
    FBatasChrom:TBatasArr1;
    function getmff1(const rFmin,rFmax,rX:double):double;
    function getmff2(const rFmin,rF02,rFmax,rX:double):double;
    function FindMax(const rValue1,rValue2,rValue3:double):double;
    function FindBatasChromFixed:TBatasArr1;
    function FindBatasChromMixed:TBatasArr1;
    procedure DecodeChromToLFData(const rChrom:bArr2;
        var rLBusLow,rLBusMed,rLBusPeak:TBusArr1;
        var rCap:dArr2);
    function doHitungCostCap(const rCap:dArr2):double;
    function doHitungPinV(const rLBus:TBusArr1):double;
    function doHitungMaxdV(const rLBus:TBusArr1):double;
    function doHitungMaxdS(const rLBranch:TBranchArr1):double;
    function doHitungPinS(const rLBranch:TBranchArr1):double;
    function getParamChrom:integer;
public
    constructor Create(const rCountCap,rCapBank,rType,rFlow,
        rTmed,rTpeak,rJmlCapBank,rY:integer;
        const rSlow,rSmed,rSpeak,rKeLow,rKeMed,rKePeak,
        rInvCostCapFixed,rInvCostCapSwitch,rLamdaV,
        rLamdaS:double;
        const rBatasV:TBatas);
    function doHitungFitness(const rChrom:bArr2):double;
    procedure doHitungAkhir(const rChrom:bArr2;
        var rLBus:TBusArr1;
        var rCap:dArr2;
        var rCost:double);
    function doHitungAwal(const rLBus:TBusArr1):double;
    property Param:integer read getParamChrom;
end;

var gFitness:TFitness;

implementation

//constructor
constructor TFitness.Create(const rCountCap,rCapBank,rType,rFlow,
    rTmed,rTpeak,rJmlCapBank,rY:integer;
    const rSlow,rSmed,rSpeak,rKeLow,rKeMed,rKePeak,
    rInvCostCapFixed,rInvCostCapSwitch,rLamdaV,rLamdaS:double;
    const rBatasV:TBatas);
begin
    inherited Create;
```

```

FCountCap:=rCountCap;
FCapBank:=rCapBank;
FType:=rType;
FFlow:=rFlow;
FTmed:=rTmed;
FTpeak:=rTpeak;
FJmlCapBank:=rJmlCapBank;
FY:=rY;
FSlow:=rSlow;
FSmed:=rSmed;
FSpeak:=rSpeak;
FKeLow:=rKeLow;
FKeMed:=rKeMed;
FKePeak:=rKePeak;
FInvCostCapFixed:=rInvCostCapFixed;
FInvCostCapSwitch:=rInvCostCapSwitch;
FLamdaV:=rLamdaV;
FLamdaS:=rLamdaS;
FBatasV.min:=rBatasV.min;
FBatasV.max:=rBatasV.max;
if FType=1 then
begin
  FBatasChrom:=FindBatasChromFixed;
end
else
begin
  FBatasChrom:=FindBatasChromMixed;
end;
FF0:=doHitungAwal(gBus);
end;

//data processing
function TFitness.getmff1(const rfmin,rfmax,rX:double):double;
begin
  result:=1;
  if rX<rfmin then
  begin
    result:=1;
  end
  else if (rX>=rfmin) and (rX<=rfmax) then
  begin
    result:=(rfmax-rX)/(rfmax-rfmin);
  end
  else
  begin
    result:=0;
  end;
end;

function TFitness.getmff2(const rfmin,rf02,rfmax,rX:double):double;
begin
  result:=1;
  if rX<rfmin then
  begin
    result:=1;
  end
  else if (rX>=rfmin) and (rX<rf02) then
  begin
    result:=(rf02-rX)/(rf02-rfmin);
  end;
end;

```

```

end
else if (rX>=r(02) and (rX<=rfmax) then
begin
result:=(rfmax-rX)/(rfmax-r(02);
end
else
begin
result:=0;
end;
end;

function TFitness.FindMax(const rValue1,rValue2,rValue3:double):double;
begin
result:=rValue1;
if result<rValue2 then result:=rValue2;
if result<rValue3 then result:=rValue3;
end;

function TFitness.FindBatasChromFixed:TBatasArr1;
var i,length,Nbus:integer;
begin
Nbus:=high(gBus)+1;
length:=2*FCountCap;
SetLength(result,length);
for i:=0 to length-1 do
begin
if (i mod 2)=0 then
begin
result[i].min:=0;
result[i].max:=Nbus-1;
end
else
begin
result[i].min:=1;
result[i].max:=FJmlCapBank;
end;
end;
end;

function TFitness.FindBatasChromMixed:TBatasArr1;
var i,length,Nbus:integer;
begin
Nbus:=high(gBus)+1;
length:=4*FCountCap;
SetLength(result,length);
for i:=0 to length-1 do
begin
if (i mod 4)=0 then
begin
result[i].min:=0;
result[i].max:=Nbus-1;
end
else
begin
result[i].min:=1;
result[i].max:=FJmlCapBank;
end;
end;
end;
end;

```

```

procedure TFitness.DecodeChromToLFData(const rChrom:bArr2;
    var rLBusLow,rLBusMed,rLBusPeak:TBusArr1;
    var rCap:dArr2);
var i,rows,ia,ca,length:integer;
    chromFloat,param:dArr1;
    TypeCap:dArr1;
    cek:boolean;
begin
    rows:=high(gBus)+1;
    SetLength(rLBusLow,rows);
    SetLength(rLBusMed,rows);
    SetLength(rLBusPeak,rows);
    //copy all data loadflow to local data function
    for i:=0 to rows-1 do
    begin
        rLBusLow[i].absV:=gBus[i].absV;
        rLBusLow[i].sudV:=gBus[i].sudV;
        rLBusLow[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;
        rLBusLow[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;
        rLBusLow[i].PL:=FSlow*gBus[i].PL;
        rLBusLow[i].QL:=FSlow*gBus[i].QL;
        rLBusLow[i].Cap:=gBus[i].Cap;
        rLBusLow[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;
        rLBusMed[i].absV:=gBus[i].absV;
        rLBusMed[i].sudV:=gBus[i].sudV;
        rLBusMed[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;
        rLBusMed[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;
        rLBusMed[i].PL:=FSmed*gBus[i].PL;
        rLBusMed[i].QL:=FSmed*gBus[i].QL;
        rLBusMed[i].Cap:=gBus[i].Cap;
        rLBusMed[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;
        rLBusPeak[i].absV:=gBus[i].absV;
        rLBusPeak[i].sudV:=gBus[i].sudV;
        rLBusPeak[i].Pgen:=gBus[i].Pgen;
        rLBusPeak[i].Qgen:=gBus[i].Qgen;
        rLBusPeak[i].PL:=FSpeak*gBus[i].PL;
        rLBusPeak[i].QL:=FSpeak*gBus[i].QL;
        rLBusPeak[i].Cap:=gBus[i].Cap;
        rLBusPeak[i].typeBus:=gBus[i].typeBus;
    end;
    //decode data biner chromosome ke bilangan real antara 0 - 1
    chromFloat:=DecodeBinToFloat2Base0(rChrom);
    rows:=high(chromFloat)+1;
    SetLength(param,rows);
    //decode data bilangan real antara 0 - 1 ke bilangan sesungguhnya
    for i:=0 to rows-1 do
    begin
        param[i]:=getBatasToReal(chromFloat[i],FBatasChrom[i].min,
            FBatasChrom[i].max);
    end;
    //tentukan type Fixed atau Mixed
    if FType=1 then
    begin
        //decode param ke data pembebanan loadflow
        length:=rows div 2;
        SetLength(rCap,length,5);
        ia:=0;
        ca:=-1;
    end;
end;

```

```

for i:=0 to rows-1 do
begin
if (i mod 2)=0 then
begin
ia:=round(param[i]);
inc(ca);
rCap[ca,0]:=ia;
end
else
begin
rL.BusLow[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
rL.BusMed[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
rL.BusPeak[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
rCap[ca,1]:=rL.BusLow[ia].Qgen;
rCap[ca,2]:=rL.BusMed[ia].Qgen;
rCap[ca,3]:=rL.BusPeak[ia].Qgen;
end;
end;
SetLength(TypeCap,length);
for i:=0 to length-1 do
begin
TypeCap[i]:=1;
rCap[i,4]:=1;
end;
end
else
begin
//decode param ke data pembebanan load/low
length:=rows div 4;
SetLength(rCap,length,5);
ia:=0;
ca:=1;
for i:=0 to rows-1 do
begin
if (i mod 4)=0 then
begin
ia:=round(param[i]);
inc(ca);
rCap[ca,0]:=ia;
end
else if (i mod 4)=1 then
begin
rL.BusLow[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
rCap[ca,1]:=rL.BusLow[ia].Qgen;
end
else if (i mod 4)=2 then
begin
rL.BusMed[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
rCap[ca,2]:=rL.BusMed[ia].Qgen;
end
else if (i mod 4)=3 then
begin
rL.BusPeak[ia].Qgen:=round(param[i])*FCapBank;
rCap[ca,3]:=rL.BusPeak[ia].Qgen;
end;
end;
//cari type capasitor jika Fixed=1 jika Switch=2
//Cap Fixed jika Qgen pada rBusLow,rBusMed,rBusPeak sama
SetLength(TypeCap,length);

```



```

for i:=0 to high(rCap) do
begin
cek:=false;
if (rCap[i,1]=rCap[i,2]) and (rCap[i,1]=rCap[i,3]) then
begin
cek:=true;
end;
if cek=true then
begin
TypeCap[i]:=1;
rCap[i,4]:=1;
end
else
begin
TypeCap[i]:=2;
rCap[i,4]:=2;
end;
end;
end;
end;

function TFitness.doHitungCostCap(const rCap:dArr2):double;
var i,Ncap:integer;
Cap:double;
begin
Ncap:=high(rCap)+1;
result:=0;
for i:=0 to Ncap-1 do
begin
if rCap[i,4]=1 then
begin
result:=result+round(rCap[i,1]/FCapBank)*FInvCostCapFixed;
end
else
begin
Cap:=FindMax(rCap[i,1],rCap[i,2],rCap[i,3]);
result:=result+1/FY*round(Cap/FCapBank)*FInvCostCapSwitch;
end;
end;
end;

function TFitness.doHitungPinV(const rLBus:TBusArr1):double;
var i,Nbus:integer;
begin
Nbus:=high(rLBus)+1;
result:=0;
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
if rLBus[i].absV>FBatasV.max then
begin
result:=result+(rLBus[i].absV-FBatasV.max);
end;
if rLBus[i].absV<FBatasV.min then
begin
result:=result+(FBatasV.min-rLBus[i].absV);
end;
end;
end;
end;

```

```

function TFitness.doHitungMaxdV(const rL.Bus:TBusArr1):double;
var i,Nbus:integer;
    dV:double;
begin
    Nbus:=high(rL.Bus)+1;
    result:=0;
    for i:=0 to Nbus-1 do
    begin
        dV:=0;
        if rL.Bus[i].absV>FBatasV.max then
        begin
            dV:=rL.Bus[i].absV-FBatasV.max;
        end;
        if rL.Bus[i].absV<FBatasV.min then
        begin
            dV:=FBatasV.min-rL.Bus[i].absV;
        end;
        if result<dV then
        begin
            result:=dV;
        end;
    end;
end;

function TFitness.doHitungPinS(const rL.Branch:TBranchArr1):double;
var i,Nsal:integer;
begin
    Nsal:=high(rL.Branch)+1;
    result:=0;
    for i:=0 to Nsal-1 do
    begin
        if rL.Branch[i].Sij.real>0 then
        begin
            if getAbs(rL.Branch[i].Sij)>rL.Branch[i].KapSal then
            begin
                result:=result+(getAbs(rL.Branch[i].Sij)-rL.Branch[i].KapSal);
            end;
        end
        else
        begin
            if getAbs(rL.Branch[i].Sji)>rL.Branch[i].KapSal then
            begin
                result:=result+(getAbs(rL.Branch[i].Sji)-rL.Branch[i].KapSal);
            end;
        end;
    end;
end;

function TFitness.doHitungMaxdS(const rL.Branch:TBranchArr1):double;
var i,Nsal:integer;
    dS,min:double;
begin
    Nsal:=high(rL.Branch)+1;
    result:=0;
    min:=0;
    for i:=0 to Nsal-1 do
    begin
        if rL.Branch[i].Sij.real>0 then
        begin

```

```

    dS:=(rL.Branch[i].KapSal-getAbs(rL.Branch[i].Sj))/rL.Branch[i].KapSal;
end
else
begin
    dS:=(rL.Branch[i].KapSal-getAbs(rL.Branch[i].Sj))/rL.Branch[i].KapSal;
end;
if min>dS then
begin
    min:=dS;
end;
end;
result:=1-min;
end;

```

```

function TFitness.doHitungFitness(const rChrom:bArr2):double;
var LBusLow,LBusMed,LBusPeak:TBusArr1;
    Cap:dArr2;
    pinV,pinS,CostCap,Ploss,Cost,fmin,f012,fmax:double;
    uV,uC,uS:double;
begin
    //new code of fitness here
    uV:=0;
    uC:=0;
    uS:=0;
    DecodeChromToLFDData(rChrom,LBusLow,LBusMed,LBusPeak,Cap);
    CostCap:=doHitungCostCap(Cap);
    NewtonRaphson(LBusLow,gBranch,gParamLF);
    Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
    Cost:=Cost+FKeLow*FTlow*Ploss;
    fmin:=0.25;
    fmax:=0.5;
    pinV:=doHitungMaxdV(LBusLow);
    uV:=uV+getmff1(fmin,fmax,pinV);
    fmin:=1;
    fmax:=2;
    pinS:=doHitungMaxdS(gBranch);
    uS:=uS+getmff1(fmin,fmax,pinS);
    //-----
    NewtonRaphson(LBusMed,gBranch,gParamLF);
    Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
    Cost:=Cost+FKeMed*FTMed*Ploss;
    fmin:=0.25;
    fmax:=0.5;
    pinV:=doHitungMaxdV(LBusMed);
    uV:=uV+getmff1(fmin,fmax,pinV);
    fmin:=1;
    fmax:=2;
    pinS:=doHitungMaxdS(gBranch);
    uS:=uS+getmff1(fmin,fmax,pinS);
    //-----
    NewtonRaphson(LBusPeak,gBranch,gParamLF);
    Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
    Cost:=Cost+FKePeak*FTPeak*Ploss;
    fmin:=0.25;
    fmax:=0.5;
    pinV:=doHitungMaxdV(LBusPeak);
    uV:=uV+getmff1(fmin,fmax,pinV);
    fmin:=1;
    fmax:=2;

```

```

pinS:=doHitungMaxdS(gBranch);
uS:=uS+getmff1(fmin,fmax,pinS);
//-----
fmin:=0.5*FF0;
f012:=FF0;
fmax:=3*FF0;
Cost:=Cost+CostCap;
uC:=getmff2(fmin,f012,fmax,Cost);
result:=uC+uV+uS;
//-----
{pinV:=0;
pinS:=0;
Cost:=0;
DecodeChromToLFData(rChrom,L.BusLow,L.BusMed,L.BusPeak,Cap);
CostCap:=doHitungCostCap(Cap);
NewtonRaphson(L.BusLow,gBranch,gParamLF);
Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
Cost:=Cost+FKelow*FTlow*Ploss;
pinV:=pinV-doHitungPinV(L.BusLow);
pinS:=pinS+doHitungPinS(gBranch);
NewtonRaphson(L.BusMed,gBranch,gParamLF);
Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
Cost:=Cost+FKemed*FTMed*Ploss;
pinV:=pinV+doHitungPinV(L.BusMed);
pinS:=pinS+doHitungPinS(gBranch);
NewtonRaphson(L.BusPeak,gBranch,gParamLF);
Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
Cost:=Cost+FKePeak*FTPeak*Ploss;
pinV:=pinV+doHitungPinV(L.BusPeak);
pinS:=pinS+doHitungPinS(gBranch);
result:=Cost+CostCap+FLamdaV*pinV+FLamdaS*pinS;}
end;

function TFitness.getParamChrom:integer;
begin
result:=high(TBatasChrom)+1;
end;

procedure TFitness.doHitungAkhir(const rChrom:bArr2;
var rLBus:TBusArr1;
var rCap:dArr2;
var rCost:double);
var LBusLow,LBusMed:TBusArr1;
CostCap,Ploss,Cost,tmp:double;
begin
Cost:=0;
tmp:=FSpeak;
FSpeak:=1.0;
DecodeChromToLFData(rChrom,LBusLow,LBusMed,rLBus,rCap);
FSpeak:=tmp;
CostCap:=doHitungCostCap(rCap);
NewtonRaphson(LBusLow,gBranch,gParamLF);
Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
Cost:=Cost+FKelow*FTlow*Ploss;
NewtonRaphson(LBusMed,gBranch,gParamLF);
Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
Cost:=Cost+FKemed*FTMed*Ploss;
NewtonRaphson(rLBus,gBranch,gParamLF);
Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;

```

```

Cost:=Cost+FKcPeak*FTPeak*Ploss;
rCost:=Cost+CostCap;
end;

function TFitness.doHitungAwal(const rLBus:TBusArr):double;
var i,Nbus:integer;
    LBusLow,LBusMed,LBusPeak:TBusArr;
    Ploss:double;
begin
    Nbus:=high(rLBus)+1;
    SetLength(LBusLow,Nbus);
    SetLength(LBusMed,Nbus);
    SetLength(LBusPeak,Nbus);
    for i:=0 to Nbus-1 do
        begin
            LBusLow[i].absV:=rLBus[i].absV;
            LBusLow[i].sudV:=rLBus[i].sudV;
            LBusLow[i].Pgen:=rLBus[i].Pgen;
            LBusLow[i].Qgen:=rLBus[i].Qgen;
            LBusLow[i].PL:=FSlow*rLBus[i].PL;
            LBusLow[i].QL:=FSlow*rLBus[i].QL;
            LBusLow[i].Cap:=rLBus[i].Cap;
            LBusLow[i].typeBus:=rLBus[i].typeBus;
            LBusMed[i].absV:=rLBus[i].absV;
            LBusMed[i].sudV:=rLBus[i].sudV;
            LBusMed[i].Pgen:=rLBus[i].Pgen;
            LBusMed[i].Qgen:=rLBus[i].Qgen;
            LBusMed[i].PL:=FSmed*rLBus[i].PL;
            LBusMed[i].QL:=FSmed*rLBus[i].QL;
            LBusMed[i].Cap:=rLBus[i].Cap;
            LBusMed[i].typeBus:=rLBus[i].typeBus;
            LBusPeak[i].absV:=rLBus[i].absV;
            LBusPeak[i].sudV:=rLBus[i].sudV;
            LBusPeak[i].Pgen:=rLBus[i].Pgen;
            LBusPeak[i].Qgen:=rLBus[i].Qgen;
            LBusPeak[i].PL:=FSpeak*rLBus[i].PL;
            LBusPeak[i].QL:=FSpeak*rLBus[i].QL;
            LBusPeak[i].Cap:=rLBus[i].Cap;
            LBusPeak[i].typeBus:=rLBus[i].typeBus;
        end;
        result:=0;
        NewtonRaphson(LBusLow,gBranch,gParamLF);
        Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
        result:=result+FKcLow*FTLow*Ploss;
        NewtonRaphson(LBusMed,gBranch,gParamLF);
        Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
        result:=result+FKcMed*FTMed*Ploss;
        NewtonRaphson(LBusPeak,gBranch,gParamLF);
        Ploss:=gParamLF.SumLoss.real;
        result:=result+FKcPeak*FTPeak*Ploss;
    end;
end.

```

Listing Hasil

```
unit uHasil;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, TeEngine, Series, TeeProcs, Chart, Grids,
  ComCtrls;

type
  TFormHasil = class(TForm)
    PageControl1: TPageControl;
    TabSheet2: TTabSheet;
    fgBus: TStringGrid;
    TabSheet3: TTabSheet;
    fgBranch: TStringGrid;
    TabSheet4: TTabSheet;
    GroupBox6: TGroupBox;
    Label8: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    Label12: TLabel;
    lblGen: TLabel;
    lblLoad: TLabel;
    lblLoss: TLabel;
    edtSumGen: TEdit;
    edtSumLoad: TEdit;
    edtSumLoss: TEdit;
    edtIterasi: TEdit;
    edtTime: TEdit;
    TabSheet9: TTabSheet;
    Panel1: TPanel;
    btnClose: TButton;
    btnLFAwal: TButton;
    TabSheet1: TTabSheet;
    TabSheet5: TTabSheet;
    TabSheet6: TTabSheet;
    TabSheet7: TTabSheet;
    Chart1: TChart;
    Series1: TLineSeries;
    Series2: TLineSeries;
    fgBus2: TStringGrid;
    fgBranch2: TStringGrid;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    lblGen2: TLabel;
    lblLoad2: TLabel;
    lblLoss2: TLabel;
    edtSumGen2: TEdit;
    edtSumLoad2: TEdit;
    edtSumLoss2: TEdit;
    edtIterasi2: TEdit;
    edtTime2: TEdit;
    pbGen: TProgressBar;
    GroupBox2: TGroupBox;
```

```
Label6: TLabel;
Label7: TLabel;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
Label18: TLabel;
Label19: TLabel;
Label20: TLabel;
edtMaxGen: TEdit;
edtPopSize: TEdit;
edtPCross: TEdit;
edtPMutasi: TEdit;
edtPFlip: TEdit;
edtKa: TEdit;
edtParam: TEdit;
edtLength: TEdit;
GroupBox3: TGroupBox;
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Label23: TLabel;
Label24: TLabel;
Label25: TLabel;
Label26: TLabel;
Label27: TLabel;
fgInput: TStringGrid;
edtCountCap: TEdit;
edtCapBank: TEdit;
cmbType: TComboBox;
edtInvCostCapFixed: TEdit;
edtY: TEdit;
edtLamdaV: TEdit;
edtLamdaS: TEdit;
edtVmin: TEdit;
edtVmax: TEdit;
TabSheet8: TTabSheet;
PageControl2: TPageControl;
TabSheet10: TTabSheet;
Label28: TLabel;
Label29: TLabel;
Label30: TLabel;
Label31: TLabel;
fgHasilFGA: TStringGrid;
edtELCSebelum: TEdit;
edtELCSesudah: TEdit;
edtELCSelisih: TEdit;
TabSheet11: TTabSheet;
Chart2: TChart;
Series3: TLineSeries;
Series4: TLineSeries;
Series5: TLineSeries;
btnHitung: TButton;
cmbTypeCross: TComboBox;
cmbNewParent: TComboBox;
edtJmlCapBank: TEdit;
btnUseDefault: TButton;
Label32: TLabel;
procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
procedure btnLFAwalClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure btnHitungClick(Sender: TObject);
procedure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
```

```

private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;

implementation

uses uUtils, uLoadflow, uNewtonRaphson, uComplex, uTopology, uFitness,
  uGenetic;

{$R *.dfm}

procedure TfrmHasil.btnCloseClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TfrmHasil.btnLFAwalClick(Sender: TObject);
var i:integer;
    mulai,selesai,selang:TDateTime;
    jam,mcnit,dctik,mdctik:word;
begin
  mulai:=time;
  NewtonRaphson(gBus,gBranch,gParamLF);
  selesai:=time;
  selang:=selesai-mulai;
  Series1.Clear;
  Series2.Clear;
  for i:=0 to high(gBus) do
  begin
    fgBus.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgBus.Cells[1,i+1]:=RealToStr(gBus[i].absV,5);
    fgBus.Cells[2,i+1]:=RealToStr(gBus[i].sudV*
      ANGLE_OF_DEGREES/ANGLE_OF_RADIAN,5);
    fgBus.Cells[3,i+1]:=RealToStr(gBus[i].Pgen,3);
    fgBus.Cells[4,i+1]:=RealToStr(gBus[i].Qgen,3);
    fgBus.Cells[5,i+1]:=RealToStr(gBus[i].Pl,3);
    fgBus.Cells[6,i+1]:=RealToStr(gBus[i].QL,3);
    fgBus.Cells[7,i+1]:=RealToStr(gBus[i].Cap,3);
    fgBus.Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBus[i].typeBus);
    Series1.Add(gBus[i].absV,IntToStr(i+1));
  end;
  for i:=0 to high(gBranch) do
  begin
    fgBranch.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgBranch.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
    fgBranch.Cells[2,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
    fgBranch.Cells[3,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sij.real,3);
    fgBranch.Cells[4,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sij.imag,3);
    fgBranch.Cells[5,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aij.real,3);
    fgBranch.Cells[6,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aij.imag,3);
    fgBranch.Cells[7,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
    fgBranch.Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
    fgBranch.Cells[9,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sji.real,3);
    fgBranch.Cells[10,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Sji.imag,3);
    fgBranch.Cells[11,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aji.real,3);
    fgBranch.Cells[12,i+1]:=RealToStr(gBranch[i].Aji.imag,3);
  end;
  edtSumGen.Text:=toStringJ(gParamLF.SumGen,3);

```



```

edtSumLoad.Text:=toString(gParamLF.SumLoad,3);
edtSumLoss.Text:=toString(gParamLF.SumLoss,3);
edtIterasi.Text:=IntToStr(gParamLF.Iterasi);
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);
edtTime.Text:=IntToStr(jam)+''+IntToStr(menit)+''+
    IntToStr(detik)+''+IntToStr(mdetik);
btnUseDefault.Enabled:=true;
end;

procedure TfrmHasil.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    fgInput.Cells[0,0]:='No';
    fgInput.Cells[1,0]:='Load';
    fgInput.Cells[2,0]:='Time';
    fgInput.Cells[3,0]:='Ke';
    fgInput.Cells[0,1]:='1';
    fgInput.Cells[0,2]:='2';
    fgInput.Cells[0,3]:='3';
    fgHasilFGA.Cells[0,0]:='No';
    fgHasilFGA.Cells[1,0]:='Bus';
    fgHasilFGA.Cells[2,0]:='T1';
    fgHasilFGA.Cells[3,0]:='T2';
    fgHasilFGA.Cells[4,0]:='T3';
    fgHasilFGA.Cells[5,0]:='Type Cap';
end;

procedure TfrmHasil.btnHitungClick(Sender: TObject);
var CountCap,CapBank,TypCap,Tlow,Tmed,Tpeak,Y:integer;
    Slow,Smed,Speak,KeLow,KeMed,KePeak:double;
    InvCostCapFixed,InvCostCapSwitch,LamdaV,LamdaS:double;
    BatasV:TBatas;
    i,j,param,length,maxgen,popsize:integer;
    pcross,pmutasi,pflip,ka,col,coh,CostCap:double;
    gas:TGenBin2;
    BestChrom:bArr2;
    Min,Avg,Max:dArr1;
    LBus:TBusArr1;
    Nbus,Nsal,ia,ja,JmlCapBank:integer;
    V,Sg,SL:CxArr1;
    Cap:dArr1;
    I,c,Tr,HasilCap:dArr2;
    TypBus:iArr1;
    Z,Tp,Alir,Arus:CxArr2;
    mulai,selesai,selang:TDateTime;
    jam,menit,detik,mdetik:word;
    ELCSebelum,ELCSesudah:double;
    TypeCross:TTypeCross;
    NewParent:TNewParent;
begin
    CountCap:=StrToInt(edtCountCap.Text);
    CapBank:=StrToInt(edtCapBank.Text);
    JmlCapBank:=StrToInt(edtJmlCapBank.Text);
    if cmbType.Text='Fixed' then
    begin
        TypCap:=1;
    end
    else
    begin
        TypCap:=2;
    end;
    Slow:=StrToFloat(fgInput.Cells[1,1]);
    Smed:=StrToFloat(fgInput.Cells[1,2]);
    Speak:=StrToFloat(fgInput.Cells[1,3]);

```

```

Flow:=StrToInt(fgInput.Cells[2,1]);
Tmed:=StrToInt(fgInput.Cells[2,2]);
Tpeak:=StrToInt(fgInput.Cells[2,3]);
KeLow:=StrToFloat(fgInput.Cells[3,1]);
KeMed:=StrToFloat(fgInput.Cells[3,2]);
KePeak:=StrToFloat(fgInput.Cells[3,3]);
InvCostCapFixed:=StrToFloat(edtInvCostCapFixed.Text);
InvCostCapSwitch:=StrToFloat(edtInvCostCapSwitch.Text);
Y:=StrToInt(edtY.Text);
LamdaV:=StrToFloat(edtLamdaV.Text);
LamdaS:=StrToFloat(edtLamdaS.Text);
BatasV.min:=StrToFloat(edtVmin.Text);
BatasV.max:=StrToFloat(edtVmax.Text);
//create object fitness
gFitness:=TFitness.Create(CountCap,CapBank,TypCap,Flow,Tmed,
    Tpeak,JmlCapBank,Y,Slow,Smed,Speak,KeLow,KeMed,KePeak,
    InvCostCapFixed,InvCostCapSwitch,LamdaV,LamdaS,BatasV);
param:=gFitness.Param;
//hitung kondisi sebelum optimasi
ELCSebelum:=gFitness.doHitungAwal(gBus);
edtELCSebelum.Text:=FormatFloat("#,##0",ELCSebelum);
edtParam.Text:=IntToStr(param);
maxgen:=StrToInt(edtMaxGen.Text);
pbGen.Max:=maxgen;
popsize:=StrToInt(edtPopSize.Text);
pcross:=StrToFloat(edtPCross.Text);
pmutasi:=StrToFloat(edtPMutasi.Text);
pflip:=StrToFloat(edtPFlip.Text);
ka:=StrToFloat(edtKa.Text);
length:=StrToInt(edtLength.Text);
if cmbTypeCross.Text='crOne' then
begin
    TypeCross:=crOne;
end
else if cmbTypeCross.Text='crTwo' then
begin
    TypeCross:=crTwo;
end
else
begin
    TypeCross:=crMulti;
end;
if cmbNewParent.Text='npStandart' then
begin
    NewParent:=npStandart;
end
else if cmbNewParent.Text='npReplikasi' then
begin
    NewParent:=npReplikasi;
end
else
begin
    NewParent:=npElitism;
end;
//create object Genetic algorithm
gas:=TGenBin2.Create(maxgen,popsize,length,param,pcross,pmutasi,
    pflip,ka,NewParent,TypeCross);
BestChrom:=gas.BestChrom;
gFitness.doHitungAkhir(BestChrom,LBus,HasilCap,ELCSesudah);
edtELCSesudah.Text:=FormatFloat("#,##0",ELCSesudah);
edtELCSelisih.Text:=FormatFloat("#,##0",(ELCSebelum-ELCSesudah));
fgHasilFGA.RowCount:=high(HasilCap)+2;
for i:=0 to high(HasilCap) do

```

```

begin
fgHasilFGA.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
for j:=0 to high(HasilCap[0]) do
begin
if j=0 then
begin
fgHasilFGA.Cells[j+1,i+1]:=IntToStr(round(HasilCap[i,j]));
end
else if j=4 then
begin
if round(HasilCap[i,j])=1 then
begin
fgHasilFGA.Cells[j+1,i+1]:='Fixed';
end
else
begin
fgHasilFGA.Cells[j+1,i+1]:='Switch';
end;
end
else
begin
fgHasilFGA.Cells[j+1,i+1]:=FloatToStr(HasilCap[i,j]);
end;
end;
end;
Min:=gas.Min;
Avg:=gas.Avg;
Max:=gas.Max;
Series3.Clear;
Series4.Clear;
Series5.Clear;
for i:=0 to high(Min) do
begin
Series3.Add(Min[i],IntToStr(i+1));
Series4.Add(Avg[i],IntToStr(i+1));
Series5.Add(Max[i],IntToStr(i+1));
end;
//
DecodeCommDataToI.FData(L,Bus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,
gBranch,Z,Tp,Lc,Tr);
mulai:=time;
NewtonRaphson(gpParamLF,V,Sg,SL,Cap,TypBus,Z,Tp,Alir,Arus,
Lc,Tr);
selesai:=time;
selang:=selesai-mulai;
Series2.Clear;
for i:=0 to high(gBus) do
begin
fgBus2.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
fgBus2.Cells[1,i+1]:=RealToStr(V[i].real,5);
fgBus2.Cells[2,i+1]:=RealToStr(V[i].imag*
ANGLE_OF_DEGREES/ANGLE_OF_RADIAN,5);
fgBus2.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Sg[i].real,3);
fgBus2.Cells[4,i+1]:=RealToStr(Sg[i].imag,3);
fgBus2.Cells[5,i+1]:=RealToStr(SL[i].real,3);
fgBus2.Cells[6,i+1]:=RealToStr(SL[i].imag,3);
fgBus2.Cells[7,i+1]:=RealToStr(Cap[i],3);
fgBus2.Cells[8,i+1]:=IntToStr(TypBus[i]);
Series2.Add(V[i].real,IntToStr(i+1));
end;
for i:=0 to high(gBranch) do
begin
ia:=gBranch[i].dari-1;

```

```

ja:=gBranch[i].ke-1;
fgBranch2.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
fgBranch2.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
fgBranch2.Cells[2,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
fgBranch2.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ja].real,3);
fgBranch2.Cells[4,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ja].imag,3);
fgBranch2.Cells[5,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ja].real,3);
fgBranch2.Cells[6,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ja].imag,3);
fgBranch2.Cells[7,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
fgBranch2.Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
fgBranch2.Cells[9,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ia].real,3);
fgBranch2.Cells[10,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ia].imag,3);
fgBranch2.Cells[11,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ia].real,3);
fgBranch2.Cells[12,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ia].imag,3);
end;
edtSumGen2.Text:=toStringJ(gParamLF.SumGen,3);
edtSumLoad2.Text:=toStringJ(gParamLF.SumLoad,3);
edtSumLoss2.Text:=toStringJ(gParamLF.SumLoss,3);
edtIterasi2.Text:=IntToStr(gParamLF.Iterasi);
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);
edtTime2.Text:=IntToStr(jam)+':'+IntToStr(menit)+':'+
    IntToStr(detik)+':'+IntToStr(mdetik);
//
gas.Free;
gFitness.Free;
end;

procedure TfrmHasil.btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
begin
//input parameter Genetic Algorithm
edtMaxGen.Text:='10';
edtPopSize.Text:='50';
edtPCross.Text:='0.75';
edtPMutasi.Text:='0.008';
edtPFlip.Text:='0.5';
edtKa.Text:='1000000';
edtLcngh.Text:='30';
cmbTypeCross.Text:='crOne';
cmbNewParent.Text:='npReplikasi';
//input parameter objective function
edtCountCap.Text:='3';
edtCapBank.Text:='30';
edtUmlCapBank.Text:='30';
cmbType.Text:='Mixed';
fgInput.Cells[1,1]:='0.8';fgInput.Cells[2,1]:='1000';fgInput.Cells[3,1]:='0.04';
fgInput.Cells[1,2]:='1.0';fgInput.Cells[2,2]:='6560';fgInput.Cells[3,2]:='0.05';
fgInput.Cells[1,3]:='1.2';fgInput.Cells[2,3]:='1200';fgInput.Cells[3,3]:='0.08';
edtInvCostCapFixed.Text:='900';
edtY.Text:='10';
edtLamdaV.Text:='1000';
edtLamdaS.Text:='1000';
edtVmin.Text:='0.95';
edtVmax.Text:='1.05';
btnHitung.Enabled:=true;
end;

end.

```