

SKRIPSI

OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN
METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)
ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV
Sub SISTEM PAITON-BALI



Disusun Oleh :
KHARIZ SAFIRA
NIM. 01.12.122



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

SEPTEMBER 2007

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN
METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)
ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV
Sub SISTEM PATTON - BALI**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

KHARIZ SAFIRA

NIM 01.12.122

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT

NIP. P. 1039500274

Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Pembimbing I



Ir. DJOJO PRIATMONO, MT

Nip. Y. 1018500107

Dosen Pembimbing II



Ir. EKO NURCAHYO

Nip. Y. 1028700172

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

2007

ABSTRAKSI

OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 Kv Sub SISTEM PAITON – BALI

Khariz Safira, 01.12.122, Teknik Elektro S-1 ITN Malang
Dosen Pembimbing I : Ir.Djojo Priatmono.MT,Dosen Pembimbing II : Ir. Eko Nurcahyo.

Kata Kunci : Partcile Swarm Algorithm, Optimisasi Daya Reaktif, Minimasi Rugi – rugi daya.

Dengan meningkatnya usaha di sektor industri dan meningkatnya taraf hidup masyarakat maka kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat pula, sehingga diperlukan penyediaan enrgi listrik yang baik dan keandalan penyaluran tegangan. 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 membutuhkan daya reaktif induktif. Dengan meningkatnya beban – beban induktif, maka daya reaktif yang ada di jaringan transmisi akan semakin besar, sehingga memperbesar komponen rugi – rugi daya dan dapat memperburuk profil tegangan pada jaringan transmisi.

Makalah ini menyajikan sebuah algoritma baru untuk mengoptimalkan daya reaktif dengan menggunakan Particle Swarm Algorithm. Sebuah implementasi baru untuk *particle swarm algorithm* telah diterapkan. Fungsi objektif dari algoritma yang diusulkan ini adalah untuk meminimalisasi kerugian daya aktif sistem. Variabel kontrol adalah tumpukan-tumpukan kapasitor shunt yang dapat diganti.

Analisa dilakukan dengan bantuan program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab versi 6.5.1, pada sistem transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali yang terdiri dari 26 bus. Dari hasil perhitungan aliran daya pada saluran transmisi 150 kV sub system Paiton Bali Setelah dilakukan Optimasi, maka terjadi kenaikan profil tegangan pada beberapa bus yaitu: bus # 22 tegangannya naik dari 0,940 p.u menjadi 0,981 p.u; bus #23, tegangannya naik dari 0,944 p.u menjadi 0,985 p.u; bus #24, tegangannya naik dari 0,944 p.u menjadi 0,993 p.u; bus #25, tegangannya naik dari 0.939 p.u menjadi 0.981 p.u; #26, tegangannya naik dari 0,942 p.u menjadi 0,980 p.u; Setelah dilakukan hasil perhitungan untuk penambahan kapasitor menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*, maka bus yang bertambah kapasitas kapasitor adalah bus #22 kapasitasnya naik dari 25 MVar menjadi 29 MVar, bus #23 kapasitasnya naik dari 25 MVar menjadi 43.5 MVar. Untuk rugi daya pada saluran pada kondisi awal adalah $69.1184+27.2866i$ MVA, sedangkan rugi daya pada kondisi akhir setelah pemasangan kapasitor adalah $66.6447+15.9102i$ MVA. Dari hasil perhitungan, selisih rugi daya turun menjadi $2.473+12.8955i$ MVA.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.

Skripsi yang berjudul: **“OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV Sub SISTEM PAITON – BALI ”**

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

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

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. Bapak Ir. F Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
4. Bapak Ir. Djojo Priatmono. MT, dan Bapak Ir. Eko Nurcahyo selaku Dosen Pembimbing I dan II yang telah memberi motivasi didalam penyelesaian skripsi ini.
5. Kedua orang tuaku yang telah membesarkan, mendidik dan selalu mendoakanku sampai terwujud cita-citaku.

6. Ugro, ST, sebagai *programmer*.
7. Rekan-rekan elektro energi listrik yang saling membantu dan saling mengisi dalam pengerjaan skripsi ini.

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

Malang, September 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
1.7. Kontribusi Penelitian	5
BAB II SISTEM TENAGA LISTRIK	6
2.1. Sistem Tenaga Listrik	6
2.2. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik	7
2.2.1. Daya Aktif (<i>Active Power</i>)	7
2.2.2. Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>)	7

2.2.3. Daya semu.....	8
2.3. Sistem Per-Unit.....	9
2.4. Mengubah Dasar Sistem Per-Unit.....	10
2.5. Kapasitor Shunt.....	11
2.6. Pengurangan Rugi – rugi Daya Dengan Kapasitor Shunt.....	13
2.7. Perbaikan Tegangan.....	15
2.8. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem.....	15
2.9. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya.....	17
2.10. Penentuan Rating Kapasitor untuk Perbaikan Faktor Daya Beban.....	18
BAB III METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)	
ALGORITHM	20
3.1. Analisa Aliran Daya.....	20
3.1.1. Klasifikasi Bus.....	21
3.1.2. Metode Newton Raphson.....	22
3.2. Teori Dasar Pengaturan Daya Reaktif Dengan Menggunakan Metode <i>Particle Swarm Optimization Algorithm</i>	25
3.3. Batasan-batasan / Pengkodean pada <i>Particle Swarm Algorithm</i> (PSO) Algorithm.....	26
3.4. Perumusan Daya Reaktif Dengan Metode <i>Particle Swarm Optimization</i> Algorithm 150kV Sub Sistem Paiton-Bali.....	26
3.5. Metode <i>Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm</i>	29
3.6. Algoritma Program.....	31
3.6.1 Algoritma Aliran Daya Newton Raphson.....	31

3.6.2	Algoritma Pemecahan Masalah.....	31
3.6.3	Algoritma Program Permasalahan Metode <i>Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm</i>	31
3.7	Flowchart Program.....	34
3.7.1	Flowchart Aliran Daya Newton Raphson.....	34
3.7.2	Flowchart Pemecahan Masalah.....	35
3.7.3	Flowchart Program Permasalahan Metode <i>Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm</i>	36

BAB IV OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV Sub SISTEM PAITON – BALI37

4.1.	Program Komputer Optimisasi Daya Reaktif pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali menggunakan Metode <i>Particle Swarm Optimization Algorithm</i>	37
4.2.	Validasi Data IEEE 6 Untuk Menyelesaikan Optimisasi Daya Reaktif pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali menggunakan Metode <i>Particle Swarm Optimization Algorithm</i>	37
4.2.1	Data IEEE 6 Bus.....	37
4.2.2	Tampilan Data Program Validasi 6 Bus.....	39
4.3.	Sistem Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton – Bali.....	43
4.3.1	Sistem Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton – Bali.....	46
4.3.2	Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali.....	48

4.4. Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan	50
4.5. Hasil dan Analisis Hasil Optimisasi Daya Reaktif menggunakan Metode <i>Particle Swarm Optimization Algorithm</i> Pada Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali.....	58
4.5.1 Hasil Perhitungan Kondisi Awal.....	58
4.5.2 Hasil Perhitungan Setelah Optimasi.....	62
4.6. Hasil Analisa Penambahan Kapasitas Kapasitor Menggunakan Metode <i>Particle Swarm Optimization Algorithm</i>	65
4.6.1 Penambahan Kapasitas Kapasitor Kapasitor.....	65
4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Metode <i>Particle Swarm Optimization Algorithm</i>	66
4.7.1 Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus.....	67
4.7.2 Perbandingan Aliran Daya Pada Tiap Bus.....	69
4.7.3 Perbandingan Tingkat Rugi Daya Aktif dan Daya Reaktif Pada Saluran Transmisi.....	71
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Representasi Segitiga Daya.....	8
Gambar 2.2.	Kapasitor shunt yang dipasang pada saluran	11
Gambar 2.3.	Saluran Primer Dengan Beban Terpusat.....	13
Gambar 2.4.	Vektor Diagram sebelum dan Sesudah pemasangan kapasitor <i>shunt</i> pada jaringan	15
Gambar 2.5.	Perbaikan Faktor Daya.....	16
Gambar 2.6.	Diagram Fasor Dan Sudut Faktor Daya.....	17
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Aliran Daya Newton Raphson	34
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah.....	35
Gambar 3.3	<i>Flowchart</i> Algoritma Solusi <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i> <i>Algorithm</i>	35
Gambar 4.1.	Data IEEE 6 Bus	37
Gambar 4.2.	Tampilan Data <i>Loadflow</i> awal	39
Gambar 4.3.	Tampilan Data <i>Loadflow</i> awal	39
Gambar 4.4.	Tampilan Data <i>Loadflow</i> awal.....	40
Gambar 4.5.	Tampilan Data <i>Loadflow</i> akhir	40
Gambar 4.6.	Tampilan Data <i>Loadflow</i> akhir	41
Gambar 4.7.	Tampilan Data <i>Loadflow</i> akhir	41
Gambar 4.8.	Diagram Segaris Jaringan Sistem Tenaga Listrik Sub Sistem 150 kV Paiton-Bali Kondisi Awal.....	44
Gambar 4.9.	Tampilan Utama Program	50

Gambar 4.10. Tampilan Masukan Data.....	51
Gambar 4.11. Tampilan Data.....	51
Gambar 4.12. Tampilan Data.....	52
Gambar 4.13. Tampilan Data.....	52
Gambar 4.14. Tampilan Data.....	53
Gambar 4.15. Tampilan Data <i>Loadflow</i> awal.....	53
Gambar 4.16. Tampilan Data <i>Loadflow</i> awal.....	54
Gambar 4.17. Tampilan Data <i>Loadflow</i> awal.....	54
Gambar 4.18. Tampilan Hasil Program Sebelum Optimasi.....	55
Gambar 4.19. Tampilan Data <i>Loadflow</i> akhir.....	55
Gambar 4.20. Tampilan Data <i>Loadflow</i> akhir.....	56
Gambar 4.21. Tampilan Data <i>Loadflow</i> akhir.....	56
Gambar 4.22. Tampilan Hasil Program Setelah Optimasi.....	57
Gambar 4.23. Diagram Segaris Jaringan Sistem Tenaga Listrik Sub Sistem 150 kV Paiton-Bali Kondisi Akhir.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Data Sistem IEEE-6 bus.....	38
Tabel 4.2.	Status Awal Sistem Sebelum Optimisasi.....	38
Tabel 4.3.	Status Sistem Setelah Optimisasi.....	42
Tabel 4.4.	Perbandingan data jurnal dengan hasil validasi.....	42
Tabel 4.5.	Penomoran Bus 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali.....	45
Tabel 4.6.	Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali.....	47
Tabel 4.7.	Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali.....	49
Tabel 4.8.	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan Pembebanan Sebelum Optimasi.....	58
Tabel 4.9.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Pada Kondisi Awal.....	59
Tabel 4.10.	Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Sebelum Optimasi.....	60
Tabel 4.11.	Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Pada Kondisi Awal.....	60
Tabel 4.12.	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan Pembebanan Setelah Optimasi.....	62
Tabel 4.13.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Pada Kondisi Akhir.....	63
Tabel 4.14.	Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Setelah Optimasi.....	64

Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Pada Kondisi Akhir	64
Tabel 4.16. Penambahan Kapasitas Kapasitor.....	65
Tabel 4.17. Perbandingan Total Daya Aktif Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Pada Kondisi Awal dan Kondisi Akhir.....	66
Tabel 4.18. Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus	67
Tabel 4.19. Perbandingan Aliran Daya Pada Tiap Bus.....	69

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Awal	60
Grafik 4.2.	Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Akhir	64
Grafik 4.3.	Perbandingan Total Daya Aktif Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Pada Kondisi Awal dan Kondisi Akhir	66
Grafik 4.4.	Perbandingan Profil Tegangan	68
Grafik 4.5.	Perbandingan Rugi Daya	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan meningkatnya usaha di sektor industri dan meningkatnya taraf hidup masyarakat maka kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat pula, sehingga diperlukan penyediaan energi listrik yang baik dan keandalan penyaluran tegangan. 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 membutuhkan daya reaktif induktif. Dengan meningkatnya beban – beban induktif, maka daya reaktif yang ada di jaringan transmisi akan semakin besar, sehingga memperbesar komponen rugi – rugi daya dan dapat memperburuk profil tegangan pada jaringan transmisi.

Alokasi daya reaktif yang tepat dalam sistem bisa menghasilkan kondisi optimum, yaitu kondisi dengan rugi-rugi transmisi yang minimum dan mampu memperbaiki profil tegangan sistem. Permasalahan besarnya rugi-rugi daya di saluran menjadi perhatian utama khususnya pada saluran transmisi 150 KV.

Dalam skripsi ini, satu pendekatan yang diusulkan menggunakan metode *particle-swarm-optimization* (PSO) untuk mencari setting optimal dari masalah daya reaktif pada saluran transmisi 150 kV Paiton – Bali. sehingga dihasilkan kualitas sistem tenaga listrik yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Variasi tegangan yang besar pada bus akibat dari variasi pembebanan daya yang besar menyebabkan perubahan aliran daya pada tiap saluran. Dan perubahan aliran daya yang besar akan menimbulkan rugi-rugi daya yang besar pula. Untuk itu perlu adanya pengaturan tegangan dan daya reaktif pada saluran untuk menjaga kestabilan pelayanan sistem tenaga listrik. Mengingat pentingnya kestabilan pelayanan sistem tenaga listrik tersebut maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana kondisi profil tegangan tiap bus pada saluran transmisi 150 kV sub Paiton-Bali.
- Bagaimana peranan *Particle Swarm Optimization Algorithm* untuk mengatur tegangan dan daya reaktif pada saluran transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali.

Berdasarkan pada deskripsi permasalahan dan latar belakang tersebut diatas maka skripsi ini diberi judul :

“OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN *METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM* PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV Sub SISTEM PAITON - BALI”

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan diatas maka skripsi ini bertujuan untuk :

- Optimasi daya reaktif untuk mengurangi rugi-rugi daya pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali menggunakan metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*.
- Memperbaiki profil tegangan.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan mangarah sesuai dengan tujuan, maka pembahasan skripsi ini di batasi oleh hal berikut:

1. Analisa daya reaktif pada saluran transmisi 150 kV subsitem Paiton-Bali dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*.
2. Kompensasi daya reaktif.
3. Tidak membahas peralatan yang digunakan untuk pengaturan tegangan dan daya reaktif.
4. Tidak membahas pengaruh kontrol terhadap alat proteksi.
5. Tidak membahas pengaruh masalah ekonomis.
6. Analisa perhitungan besar kapasitas kapasitor 'dan menentukan letaknya menggunakan metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*

1.5 Metodologi Penelitian

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

1. Studi literatur dari buku, makalah, jurnal ilmiah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.
2. Mengumpulkan data sebagai acuan dalam melengkapi parameter - parameter yang digunakan untuk menghitung dan menganalisa masalah diantaranya untuk memperbaiki tegangan, serta mengurangi rugi-rugi saluran transmisi.
3. Pembuatan program *Particle Swarm Optimization Algorithm*.
4. Pembuatan program simulasi.
5. Membuat evaluasi untuk menyimpulkan hasil analisa penggunaan *Particle Swarm Optimization Algorithm* untuk pengaturan tegangan dan daya reaktif pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali.
6. Penyusunan buku sebagai laporan tugas akhir.

1.6. Sistematika Pembahasan

Untuk penulisan skripsi ini diperlukan sistematika pembahasan untuk memperjelas dan memperinci isi serta arah penulisan skripsi. Adapun sistematika tersebut terdiri dari lima bab yaitu :

BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini membahas pendahuluan yang berisi latar belakang, batasan masalah, metodeologi, sistematika pembahasan, tujuan dan relevansi.

BAB II : Dasar Teori

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori dari aliran daya beserta komponen – komponen pembangkitan dan penyalurannya serta kendali yang mengendalikannya.

BAB III : Perancangan Program Simulasi

Peran perancangan program simulasi disini akan membahas perancangan pembuatan program dari pengaturan tegangan / daya reaktif dengan metode *Particle Swarm Optimization Algorithm* yang disimulasikan dengan sistem tenaga listrik.

BAB IV : Simulasi dan Analisa

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisa *Particle Swarm Optimization Algorithm* untuk kontrol tegangan dan daya reaktif pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali

BAB V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan proses pada skripsi.

1.7. Kontribusi Penelitian

Kontribusi dari skripsi ini adalah penggunaan dari metode *Particle Swarm Optimization Algorithm* dalam mencari setting optimal dari masalah daya reaktif pada saluran transmisi 150 kV Paiton – Bali, sehingga dapat menekan rugi-rugi daya dalam sistem, dan dapat diterapkan oleh pemerintah khususnya PT. PLN (Persero), sehingga dapat diterapkan bagi PLN sebagai perusahaan penyediaan energi listrik di Indonesia.

BAB II

SISTEM TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Tenaga Listrik ^[2]

Tiga bagian utama sistem tenaga listrik yaitu : pusat pembangkit tenaga listrik, saluran transmisi dan sistem distribusi yang berhubungan langsung dengan konsumen. Saluran transmisi merupakan penghubung antara pusat pembangkit melalui hubungan antar sistem yang menuju sistem pada sistem yang lain.

Saluran transmisi mempunyai empat parameter yang mempengaruhi kemampuannya dalam menyalurkan daya listrik. Keempat parameter tersebut yaitu : resistansi (R), induktansi (L), kapasitansi (C), serta konduktansi (G).

Resistansi umumnya tergantung pada jenis penghantar sedangkan konduktansi menyatakan besarnya arus bocor antar penghantar, antar penghantar dengan tanah, tetapi harganya relatif kecil maka dapat diabaikan. Induktansi adalah parameter rangkaian yang menghubungkan tegangan yang diimbaskan oleh perubahan fluksi akibat perubahan arus, sedangkan kapasitansi suatu saluran transmisi timbul akibat adanya beda potensial antara penghantar dengan tanah, dalam hal ini kapasitansi menyebabkan penghantar bermuatan seperti yang terjadi pada pelat kapasitor.

Impedansi seri terbentuk dari resistansi dan induktansi yang terbagi merata sepanjang saluran. Sedangkan konduktansi dan kapasitansi terdapat diantara penghantar-penghantar dari saluran fasa tunggal atau diantara penghantar dengan netral dari suatu saluran berfasa tiga membentuk admitansi paralel.

2.2. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik ^[2]

Dalam sistem tenaga listrik, pembangkit-pembangkit tenaga listrik harus mampu menyediakan tenaga listrik sesuai dengan permintaan beban listrik yang ada. Hal yang harus diperhatikan adalah kondisi sistem yang tetap konstan, dalam hal ini tegangan dan frekwensi harus tetap konstan karena berhubungan dengan daya. Daya listrik yang dibangkitkan dikenal dengan istilah:

2.2.1. Daya aktif (*Active power*) ^[3]

Secara umum daya aktif dinyatakan oleh persamaan :

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

Dimana :

V dan I nilai efektifnya.

P adalah daya rata-rata yang disebut juga daya aktif.

2.2.2. Daya Reaktif (*Reactive power*) ^[3]

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

Persamaan daya reaktif adalah :

$$Q = [V] [I] \sin \dots\dots\dots (2.2)$$

Dua macam daya reaktif yaitu : daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif, dimana keduanya memiliki tanda yang berlawanan. Daya reaktif kapasitif adalah daya yang dibutuhkan oleh kapasitor yang tidak menghasilkan kerja, tetapi tersimpan dalam bentuk energi magnetis atau energi kapasitif.

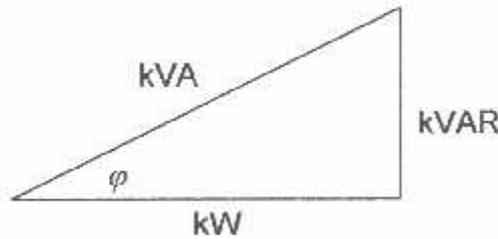
Daya reaktif induktif adalah daya listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan oleh alat-alat seperti motor induksi, transformator dan sebagainya.

2.2.3. Daya Semu (*Apparent power*)^[3]

Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif.

Selain diatas dikenal juga istilah faktor daya (*power factor*) adalah perbandingan antara daya aktif dan daya semu, sehingga dapat dirumuskan pada persamaan berikut :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{kW}{kVA} \dots\dots\dots (2.3)$$



Gambar 2.1.
Representasi Segitiga Daya^[2]

Dimana :

$\cos \varphi$ = Faktor daya

kW = Daya aktif

kVA = Daya semu

kVAR = Daya reaktif

2.3. Sistem Per-Unit^[3]

Untuk memudahkan proses perhitungan, dalam sistem tenaga listrik digunakan sistem Per-Unit (pu).

$$\text{Besaran Per-Unit} = \frac{\text{Besaran sebenarnya}}{\text{Besaran dasar}} \dots\dots\dots(2.4)$$

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

➤ Untuk data 1 phasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 1 fasa}}{\text{kV dasar L - N}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 10^{-3}}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.7)$$

➤ Untuk data 3 fasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 3 fasa}}{\sqrt{3} \text{ kV dasar L - L}} \dots\dots\dots(2.8.)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - L})^2 \times 10^{-3}}{\text{kVA dasar 3 fasa}} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - L})^2}{\text{MVA dasar 3 fasa}} \dots\dots\dots(2.10)$$

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

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

$$Z = \frac{\text{Impedansi sebenarnya } Z(\Omega)}{\text{Impedansi dasar } Z_d(\Omega)} \dots\dots\dots (2.11)$$

2.4. Mengubah Dasar Sistem Per-Unit^[3]

Kadang-kadang impedansi per-unit untuk suatu komponen dari suatu sistem dinyatakan menurut dasar yang berbeda dengan dasar yang dipilih untuk bagian dari sistem dimana komponen tersebut berada. Karena semua impedansi dalam bagian manapun dari suatu sistem harus dinyatakan dengan dasar impedansi yang sama, maka dalam perhitungannya kita perlu mempunyai cara untuk dapat mengubah impedansi per-unit dari suatu dasar ke dasar yang lain. Dengan mensubstitusikan impedansi dasar yang diberikan dalam persamaan (2.7) dan (2.10) ke dalam persamaan (2.11) maka diperoleh:

$$Z_p = \frac{(\text{Impedansi sebenarnya, } \Omega) \cdot (\text{MVA dasar})}{(\text{Tegangan dasar, kV})^2} \dots\dots\dots (2.12)$$

Persamaan (2.22.) memperlihatkan bahwa impedansi per-unit berbanding lurus dengan MVA dasar serta berbanding terbalik dengan kuadrat tegangan dasar. Untuk mengubah dari impedansi per-unit menurut suatu dasar yang

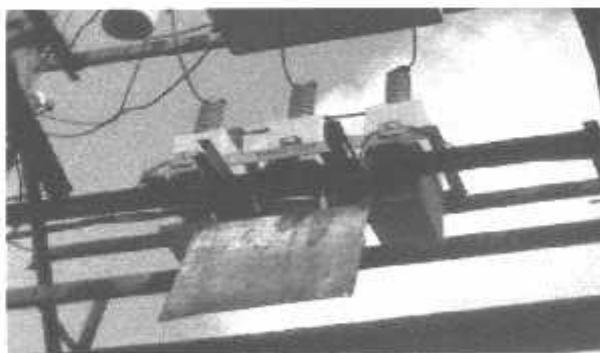
diberikan menjadi impedansi per-unit menurut suatu dasar yang baru, dapat dipakai persamaan berikut:

$$Z_{baru \text{ per-unit}} = Z_{diberikan \text{ per-unit}} \left(\frac{kV_{diberikan \text{ dasar}}}{kV_{baru \text{ dasar}}} \right)^2 \times \left(\frac{MVA_{baru \text{ dasar}}}{MVA_{diberikan \text{ dasar}}} \right) \dots (2.13)$$

Persamaan ini tidak ada hubungannya dengan pemindahan nilai impedansi dalam ohm dari salah satu sisi transformator ke sisi yang lain.

2.5 Kapasitor Shunt^[4]

Kapasitor shunt adalah kapasitor yang dihubungkan secara paralel dengan saluran transmisi untuk kompensasi daya reaktif yang dilengkapi alat penghubung dan pemutus secara otomatis. Hal ini bertujuan agar kapasitor tersebut dapat terhubung dengan sistem pada saat – saat tertentu sesuai dengan besarnya kVar yang dibutuhkan, sehingga pada saat beban induktif pada titik terendah sistem tidak terjadi kelebihan daya reaktif kapasitif yang dihasilkan oleh kapasitor daya. Dengan memperhatikan besarnya variasi beban dalam sistem transmisi, maka kapasitor digunakan untuk mengurangi jatuh tegangan di sepanjang saluran dan memperbaiki faktor daya.



Gambar 2.2.
Kapasitor shunt yang dipasang pada saluran.

Adapun dua cara dalam pemakaian kapasitor *shunt* :

- A. Kapasitor Tetap (*Fixed Capacitor*)
- B. Kapasitor Saklar (*Switched Capacitor*)

a. Kapasitor Tetap (*Fixed Capacitor*)

Adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang kapasitasnya tetap dan selalu terpasang di jaringan. Penggunaan kapasitor jenis ini harus memperhatikan kenaikan tegangan yang terjadi pada saat beban ringan agar tidak melebihi tegangan yang ditetapkan. Pada skripsi ini, saya menggunakan kapasitor tetap sebagai obyek penelitian.

b. Kapasitor Saklar (*Switched Capacitor*)

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

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

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

2.6 Pengurangan Rugi – rugi Daya Dengan Kapasitor Shunt^[4]

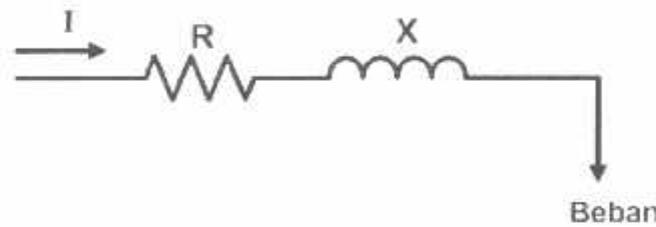
Rugi-rugi saluran per fasa dari saluran 3 fasa seimbang dengan beban terpusat seperti pada gambar 2.3 adalah $I^2(R-jX)$ atau dapat dibedakan menjadi :

- 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 2.3
Saluran Primer Dengan Beban Terpusat^[4]

Rugi-rugi saluran 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 I (*lagging*) yang mengalir pada resistansi R , sehingga :

$$I^2R = (I \cos \phi)^2 R + (I \sin \phi)^2 R \dots \dots \dots (2.14)$$

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

$$I_1^2 R = (I \cos \phi)^2 R + (I \sin \phi - I_c)^2 R \dots\dots\dots (2.15)$$

Sehingga pengurangan rugi-rugi daya sebagai akibat pemasangan kapasitor didapat :

$$\begin{aligned} \Delta p &= I^2 R - I_1^2 R \\ &= (I \cos \phi)^2 R + (I \sin \phi)^2 R - (I \sin \phi - I_c)^2 R \\ &\quad - 2(I \sin \phi) I_c R - I_c^2 R \dots\dots\dots (2.16) \end{aligned}$$

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

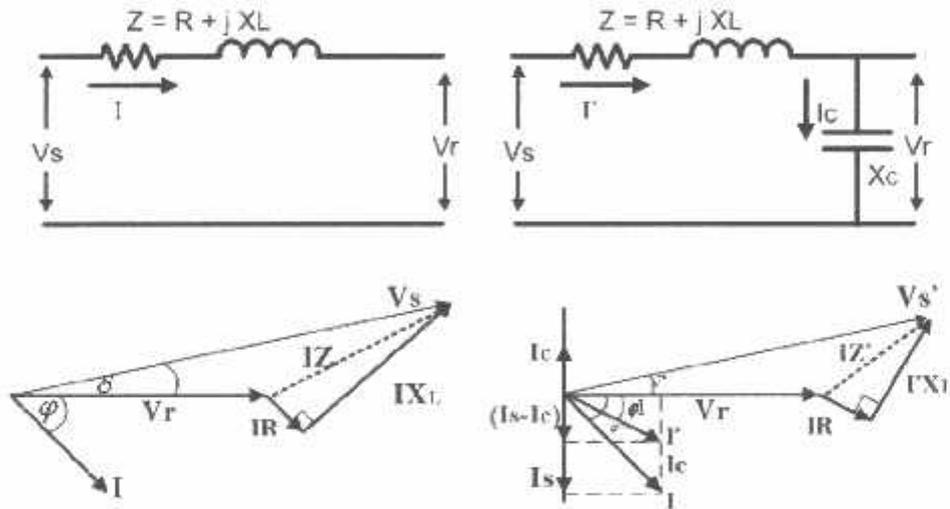
$$3R [2(I \sin \theta) I_c - I_c^2] \text{ Watt} \dots\dots\dots (2.17)$$

Bila suatu kapasitor $ck \text{ Var}$ dipasang pada beban, maka faktor daya menjadi :

$$\cos \phi_1 = \frac{kW}{KVA_1} \dots\dots\dots (2.18)$$

2.7 Perbaikan Tegangan^[4]

Pemakaian kapasitor shunt dalam sistem tenaga listrik selain untuk perbaikan faktor daya juga bertujuan untuk menaikkan tegangan. Dan vektor dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar 2.4
Vektor Diagram sebelum (a) dan Sesudah(b) pemasangan kapasitor *shunt* pada jaringan^[4]

Kerugian tegangan disebabkan arus beban I sebelum kapasitor dipasang :

$$\delta V = I_R R + I_X X_L \dots \dots \dots (2.19)$$

Kerugian tegangan setelah kapasitor dipasang :

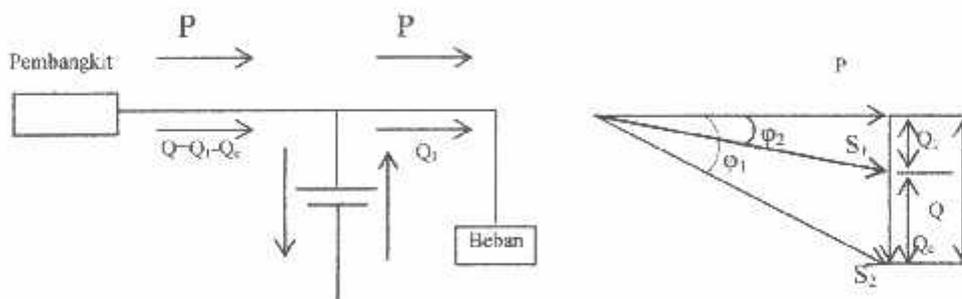
$$\delta V = I_R R + I_X X_L - I_C X_C \dots \dots \dots (2.20)$$

2.8 Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem^[4]

Manfaat terbesar yang diperoleh perbaikan faktor daya berasal dari pengurangan daya reaktif dalam sistem. Hal ini menghasilkan pengurangan biaya pemakaian daya yang lebih rendah, kenaikan kapasitas sistem, perbaikan tegangan dan pengurangan rugi-rugi dalam sistem. Satu-satunya jalan untuk memperbaiki

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

Dengan menambah kapasitor, daya reaktif Q akan berkurang, gambar 2.5 menunjukkan perbaikan faktor daya pada sistem, kapasitor mensuplai daya reaktif ke beban.



Gambar 2.5
Perbaikan Faktor Daya⁽⁴⁾

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

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(2.21)$$

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

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

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

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_1 - Q_c)^2}} \dots\dots\dots (2.22)$$

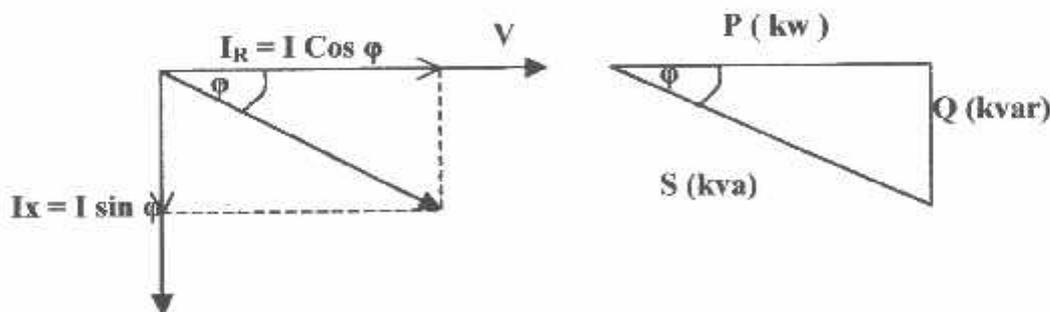
Sehingga daya semu dan daya reaktif berkurang dari S_1 (kVA) ke S_2 (kVA) dari Q_1 (kVAR) ke Q_2 (kVAR) sehingga kapasitas beban akan meningkat. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa presentase pengurangan rugi-rugi daya jaringan dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\%Rugidaya = 100 \left(\frac{\text{Faktor daya mula - mula} (\cos \phi_1)}{\text{Faktor daya baru} (\cos \phi_2)} \right) \dots\dots\dots (2.23)$$

$$\% \text{ Daya} = 100 \left(1 - \left(\frac{\text{Faktor daya mula - mula} (\cos \phi_1)}{\text{Faktor daya baru} (\cos \phi_2)} \right)^2 \right) \dots\dots\dots (2.24)$$

2.9 Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya^[4]

Diagram fasor dari dua komponen arus nyata itu arus aktif dan reaktif dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut :



Gambar 2.6

Diagram Fasor Dan Sudut Faktor Daya^[4]

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

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

$$= \sqrt{(I \cos \varphi)^2 + (I \sin \varphi)^2} \dots\dots\dots (2.25)$$

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

$$\text{Daya semu (kVA)} = \sqrt{(\text{Daya aktif})^2 + (\text{Daya Re aktif})^2}$$

$$(VI) = \sqrt{(VI \cos \theta)^2 + (VI \sin \theta)^2} \dots\dots\dots (2.26)$$

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

$$\text{Daya Aktif} = \text{Daya semu} \times \text{Faktor daya}$$

$$kW = kVA \times \text{Faktor daya}$$

$$kW = kVA \cos \varphi$$

2.10 Penentuan Rating Kapasitor untuk Perbaikan Faktor Daya Beban^[4]

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

$$\cos \varphi = \frac{\text{daya aktif}}{\text{Daya semu}} = \frac{(kW)}{(kVA)} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$\sin \varphi = \frac{\text{Daya reaktif}}{\text{Daya semu}} = \frac{(kVAR)}{(kVA)} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$\tan \varphi = \frac{\text{Daya reaktif}}{\text{Daya aktif}} = \frac{(kVAR)}{(kW)} \dots\dots\dots (2.29)$$

Karena komponen daya aktif biasanya konstan, dan daya semu serta komponen daya reaktif berubah sesuai dengan faktor daya, maka persamaan ini dapat ditulis sebagai berikut :

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

$$\begin{aligned} \text{Daya reaktif pada faktor daya baru} &= \text{Daya aktif} \times \tan \phi_2 \\ &= (\text{kW}) \times \tan \phi_2 \end{aligned}$$

Dengan ϕ_1 = sudut dari faktor daya mula-mula

ϕ_2 = sudut dari faktor daya yang telah diperbaiki

Rating kapasitor yang dibutuhkan perbaikan faktor daya :

$$\text{Daya reaktif (kVAR)} = \text{Daya aktif} \times \tan (\phi_1 - \phi_2)$$

$$(\text{kVAR}) = (\text{kW}) \times \tan (\phi_1 - \phi_2)$$

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

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

$$(\text{kVAR}) = (\text{kW}) \times \Delta \tan$$

BAB III

“METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM”

3.1 Analisa Aliran Daya^{[2][3]}

Dalam melayani beban yang dibutuhkan oleh konsumen dan pengoperasian tenaga listrik perlu menganalisa aliran daya, sehingga sistem yang dioperasikan dapat memenuhi persyaratan teknis maupun ekonomisnya. Pada analisa aliran daya dilakukan perhitungan terhadap tegangan, arus, daya aktif dan reaktif yang terdapat dalam berbagai titik dalam jala-jala jaringan transmisi tenaga listrik.

Tujuan mempelajari analisa aliran daya ini adalah:

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

3.1.1 Klasifikasi Bus^{[2][3]}

Pada setiap bus jaringan terdapat parameter-parameter yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), besar tegangan $|v|$ dan sudut fasa tegangan δ .

Melihat parameter diatas setiap bus dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian:

1. Bus Beban (PQ) atau *Load Bus*

Bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk beban dimana P daya aktif dan Q daya reaktif diketahui, sementara $|v|$ dan δ berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan, oleh karena itu $|v|$ dan δ harus dicari.

2. Bus Generator (PV)

Bus ini hanya terdapat daya pembangkitan dimana $|v|$ diatur menggunakan regulator tegangan dan P diatur dengan governor, sehingga untuk bus ini P dan $|v|$ diketahui sementara itu Q (daya reaktif) dan δ (sudut fasa) dicari.

3. Bus Slack

Bus ini $|v|$ dan δ sudah ditentukan besarnya sementara P dan Q dihitung. Biasanya nilai $|v|$ adalah 1 pu, sedangkan sudut fasa tegangan δ berharga nol, oleh karena itu fasor tegangan dari bus dipakai sebagai referensi.

Daya total yang mengalir pada setiap bus dituliskan sebagai berikut:

$$S_k = P_k + jQ_k = V_k I_k^* \dots\dots\dots (3.1)$$

Atau

$$P_k + jQ_k = V_k^* \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \dots\dots\dots (3.2)$$

Dari persamaan $V_k = v_k + j\delta_k$ dan $Y_{k11} = G_{k11} - jB_{k11}$, maka persamaan 3.2

menjadi :

$$P_k + jQ_k = (v_k + j\delta_k) \sum_{n=1}^N (G_{kn} - jB_{kn})(V_n + j\delta_n) \dots\dots\dots (3.3)$$

Bila dituliskan dalam bentuk real dan imajiner maka persamaan di atas menjadi :

$$P_k = \sum_{n=1}^N \{v_k (v_n G_{kn} + \delta_n B_{kn}) + \delta_k (\delta_n G_{kn} - v_n B_{kn})\} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$Q_k = \sum_{n=1}^N \{\delta_k (v_n G_{kn} + \delta_n B_{kn}) - v_k (\delta_n G_{kn} - v_n B_{kn})\} \dots\dots\dots (3.5)$$

3.1.2 Metode Newton Raphson^[3]

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

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

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots (3.6)$$

Injeksi daya pada simpul p adalah:

$$S_p = P_p - jQ_p = V_p^* \cdot I_p \dots\dots\dots (3.7)$$

$$= V_p^* \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots (3.8)$$

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

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

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

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

Maka persamaan (3.3) dapat ditulis :

$$P_p - jQ_p = \sum_{q=1}^n |V_p| |V_q| |Y_{pq}| e^{-j(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq})} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dengan memisahkan bagian riil dan bagian imajiner maka diperoleh:

$$P_p = \sum_{q=1}^n |V_p| |V_q| |Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \dots\dots\dots(3.10)$$

$$Q_p = \sum_{q=1}^n |V_p| |V_q| |Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \dots\dots\dots(3.11)$$

Kedua persamaan diatas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan serempak (*simultan*) yang tidak linier untuk setiap simpul sistem tenaga listrik. Untuk mengetahui magnitude tegangan (V) dan sudut fasa (δ) disetiap simpul dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (3.10) dan (3.11) yang dilinierkan dengan metode *Newton Raphson* yang dapat dilihat dari persamaan dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3.12)$$

Dimana:

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

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

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

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

H, L, M, N merupakan elemen-elemen *off diagonal* dan *diagonal* dari sub matriks *Jacobian* yang dibentuk dengan mendefinisikan persamaan (3.10) dan (3.11), dimana:

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

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

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

$$|V|^{k+1} = |V|^k + \Delta|V|^k \dots\dots\dots(3.12)$$

$$\delta^{k+1} = \delta^k + \Delta\delta^k \dots\dots\dots(3.13)$$

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

3.2 *Particle Swarm Optimization Algorithm.*^[1]

PSO adalah suatu metode yang diperkenalkan oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995, yang metode ini diilhami dari perilaku sosial dari koloni burung. Dalam PSO terdapat teori bahwa proses adaptasi terdiri dari 3 prinsip utama: mengevaluasi, membandingkan dan meniru. Jadi suatu partikel dalam PSO akan mengevaluasi sekitarnya dan membandingkan dirinya dengan yang lain yang ada dalam koloni tersebut dan kemudian meniru dari sekitarnya yang paling kuat.

Keuntungan-keuntungan PSO daripada teknik-teknik optimisasi tradisional dapat diringkas sebagai berikut:

- 3.2.1 PSO adalah algoritma pencarian berbasis populasi (misalnya, PSO memiliki paralelisme implisit). Sifat ini memastikan PSO menjadi kurang rentan untuk ditangkap pada minimal lokal.
- 3.2.2 PSO menggunakan informasi hasil (indeks kinerja atau fungsi objektif) untuk memandu pencarian dalam bidang masalah. Oleh karena itu, PSO secara mudah dapat mengatasi fungsi-fungsi objektif yang tidak dapat dibedakan. Tambahannya, sifat ini mengurangi asumsi-asumsi dan perkiraan-perkiraan PSO, yang sering dibutuhkan oleh model-model optimisasi tradisional.
- 3.2.3 PSO menggunakan aturan-aturan transisi probabilistik dan tidak menggunakan aturan-aturan penentu. Oleh karena itu, PSO adalah sebuah jenis algoritma optimisasi stochastic yang dapat mencari sebuah area yang rumit dan tidak pasti. Hal ini membuat PSO lebih fleksibel dibandingkan dengan metode-metode konvensional.

3.2.4 Tidak seperti Algoritma Genetika (GA) dan algoritma-algoritma heuristik lainnya, PSO memiliki fleksibilitas untuk mengontrol keseimbangan antara eksplorasi global dan lokal dari bidang pencarian. Sifat unik dari PSO ini mengatasi masalah konvergensi prematur dan meningkatkan kapabilitas pencarian.

3.2.5 Tidak seperti metode-metode tradisional, kualitas solusi dari pendekatan yang diusulkan tidak bergantung pada populasi awal. Diawali dimanapun juga dalam bidang pencarian, algoritma ini menjamin konvergensi untuk solusi optimal.

3.3 Batasan-batasan /Pengkodean pada *Partcile Swarm Algorithm* (PSO) Algorithm.

Batasan-batasan persamaan dapat dipenuhi secara otomatis dengan perhitungan *Load Flow* (aliran daya), sedangkan batas atas/hawah variabel-variabel control yang berhubungan dengan pengkodean pada *Partcile Swarm Algorithm* (PSO) Algorithm, sehingga batasan-batasan pertidaksamaan variabel-variabel control dapat terpenuhi.

3.4 Perumusan Daya Reaktif Dengan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm* 150kV Sub Sistem Paiton-Bali

Fungsi objektif utama adalah untuk meminimalkan kerugian daya aktif pada sistem. Berikut persamaan fungsi objektif dan batasan-batasan persamaan yang berhubungan dengan *Partcile Swarm Algorithm* (PSO) Algorithm:

Fungsi Objektif : $F = \min P_{\text{loss}}$ (3.9)

✚ Batasan-Batasan

1. Batasan-batasan Daya Riil

$$P_{Gi} - P_{Di} - V_i \sum_{j \in i} V_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} + B_{ij} \cos \theta_{ij}) = 0 \dots\dots\dots (3.10)$$

$i \in n$, dimana kumpulan jumlah bus kecuali bus berayun

2. Batasan-batasan Daya Reaktif:

$$Q_{Gi} - Q_{Di} - V_i \sum_{j \in i} V_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} - B_{ij} \sin \theta_{ij}) = 0 \dots\dots\dots (3.11)$$

$i \in n$, dimana kumpulan jumlah bus kecuali bus berayun

3. Batasan-batasan besaran tegangan bus:

$$V_{i-min} \leq V_i \leq V_{i-max}$$

(3) $i \in N$: kumpulan total bus

4. Batasan-batasan daya reaktif bus generator:

$$Q_{Gi-min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi-max} \quad i \in \{N_{pv}, N_{\theta}\} \dots\dots\dots (3.12)$$

5. Batasan-batasan kapasitas sumber daya reaktif:

$$q_{ci-min} \leq q_{ci} \leq q_{ci-max} \quad i \in N_c \dots\dots\dots (3.13)$$

$$q_{ci} = q_{ci-min} + N_{ci} * \Delta q_{ci}$$

6. Batasan-batasan posisi Tap Transformer:

$$T_{i-min} \leq T_i \leq T_{i-max} \quad i \in N_T \dots\dots\dots (3.14)$$

$$T_i = T_{i-min} + N_{Ti} * \Delta T_i$$

dimana:

P_{loss} : kerugian sistem

N_b : Kumpulan jumlah total bus

N_t : Kumpulan jumlah cabang-cabang transformer setting ketukan

- N_c : Kumpulan jumlah bus-bus pemasangan sumber daya reaktif yang memungkinkan
 N_{pv} : Kumpulan jumlah bus-bus PV
 N_0 : bus berayun
 P_{Gi} : suplai daya riil bus i
 Q_{Gi} : suplai daya reaktif bus i
 P_{Di} : beban daya riil bus i
 Q_{Di} : beban daya reaktif bus i
 V_i : besaran tegangan bus i
 θ_i : sudut fase tegangan bus i
 θ_{ij} : perbedaan sudut fase antara bus i dengan bus j
 G_{ij} : konduktansi bersama antara bus i dengan bus j
 B_{ij} : rentanan bersama antara bus i dengan bus j
 G_{ii} : konduktansi diri dari bus i
 B_{ii} : rentanan diri dari bus i
 q_{ci} : pemasangan sumber daya reaktif i
 T_k : Tap tranformer k
 $V_{i \min}, V_{i \max}$: batas tegangan bus i
 $T_{k \min}, T_{k \max}$: batas posisi Tap tranformer k
 $q_{C \min}, q_{C \max}$: batas kapasitas pemasangan sumber daya reaktif

3.5 Metode *Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm*. [11]

Elemen-elemen dasar dari teknik-teknik *Particle Swarm Optimization (PSO)* dinyatakan secara ringkas dan didefinisikan sebagai berikut:

1. **Partikel $X(t)$** : Ini merupakan calon solusi yang disajikan oleh vektor bernilai riil dimensi k , dimana k adalah jumlah parameter yang dioptimalkan. Pada waktu t , partikel $X_i(t)$ ke i dapat dijelaskan seperti $X_i(t)=[x_{i,1}(t); x_{i,2}(t); \dots; x_{i,k}(t)]$.
2. **Populasi**: adalah sekumpulan partikel-partikel n pada waktu t .
3. **Swarm**: adalah populasi pergerakan partikel yang tidak diatur secara nyata yang cenderung berkelompok bersama-sama walaupun masing-masing partikel nampaknya bergerak dalam arah acak.
4. **Kecepatan partikel $V(t)$** : adalah kecepatan pergerakan partikel-partikel yang disajikan dengan vektor bernilai riil dimensi k . Pada waktu t , partikel $V_i(t)$ ke i dapat dijelaskan seperti $V_i(t)=[v_{i,1}(t); v_{i,2}(t); \dots; v_{i,k}(t)]$.
5. **Bobot inersia $w(t)$** : adalah parameter kontrol yang digunakan untuk mengontrol dampak kecepatan sebelumnya pada kecepatan terkini. Semua variabel kontrol, posisi-posisi ketukan transformer dan kumpulan-kumpulan kapasitor shunt yang dapat diganti adalah variabel-variabel integer dan bukan merupakan variabel-variabel berkelanjutan. Oleh karena itu, nilai bobot inersia dipertimbangkan menjadi 1 dalam penelitian ini.
6. **$X^*(t)$ individual terbaik**: karena partikel bergerak melalui bidang pencarian, maka partikel membandingkan nilai kesesuaiannya pada posisi terkini untuk nilai kesesuaian terbaik yang telah dicapai pada beberapa waktu hingga waktu

terkini. Posisi terbaik yang dihubungkan dengan kesesuaian terbaik yang ditemui sejauh ini disebut $X^*(t)$ individual terbaik. Untuk masing-masing partikel dalam swarm, $X^*(t)$ dapat ditentukan dan diperbaharui selama pencarian.

7. **X^{**} global terbaik:** adalah posisi terbaik semua posisi terbaik individual yang dicapai sejauh ini.
8. **Kriteria penghentian:** ini adalah kondisi-kondisi dimana proses pencarian akan dihentikan. Dalam penelitian ini, pencarian akan berhenti apabila salah satu kriteria berikutnya dipenuhi:
 - Jumlah iterasi karena perubahan solusi terbaik terakhir adalah lebih besar dibandingkan dengan jumlah yang ditetapkan sebelumnya
 - Jumlah iterasi mencapai jumlah maksimum yang diperkenankan

Dalam sebuah algoritma PSO, populasi memiliki partikel-partikel n yang menunjukkan calon solusi-solusi. Masing-masing partikel adalah vektor bernilai riil dimensi k , dimana k adalah jumlah parameter yang dioptimalkan. Oleh karena itu, masing-masing parameter yang dioptimalkan menyajikan sebuah dimensi bidang permasalahan.

3.6 Algoritma Program

3.6.1 Algoritma Aliran Daya Newton Raphson[3]

1. Bentuk matriks admitansi bus : $[Y_{bus}]$
2. Penetapan harga awal tegangan dan sudut fasa untuk semua bus kecuali bus slack $[V_i(0), \delta(0)]$
3. Menentukan nomor iterasi awal, $k=0$
4. Menghitung injeksi daya aktif dan reaktif pada setiap bus dengan persamaan kecuali bus slack
5. Menghitung selisih daya yang dijadwalkan dengan injeksi daya bus dari perhitungan
6. Menentukan perubahan maksimum pada daya aktif dan daya reaktif
7. Membandingkan apakah selisih daya sudah sama atau lebih kecil dari ϵ
8. Jika “ya” hitung daya aktif dan reaktif, tegangan dan sudut fasa tegangan pada setiap bus, serta aliran daya pada saluran dan perhitungan selesai, jika “tidak” lanjutkan ke langkah berikutnya
9. Membentuk elemen matriks Jacobian
10. Menghitung faktor koreksi tegangan dan sudut fasa setiap bus kecuali bus slack dan bus generator
11. Menghitung nilai tegangan dan sudut fasa yang baru
12. Mengganti nilai sudut fasa yang lama dengan sudut fasa yang baru, tegangan yang lama dengan tegangan yang baru
13. Perhitungan dilanjutkan ke langkah 4 dengan nilai iterasi yang baru sampai hasil yang didapatkan konvergen.

3.6.2 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 dengan Menggunakan Metode Newton Raphson
3. Melakukan Sub Routine Algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm*.
4. Mengecek apakah ada pelanggaran tegangan
‘Ya’ lanjutkan ke langkah 5
‘Tidak’ Langsung ke langkah 2
5. Cetak hasil
6. Stop.

3.6.3 Algoritma Program Permasalahan Metode *Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm*.^[1]

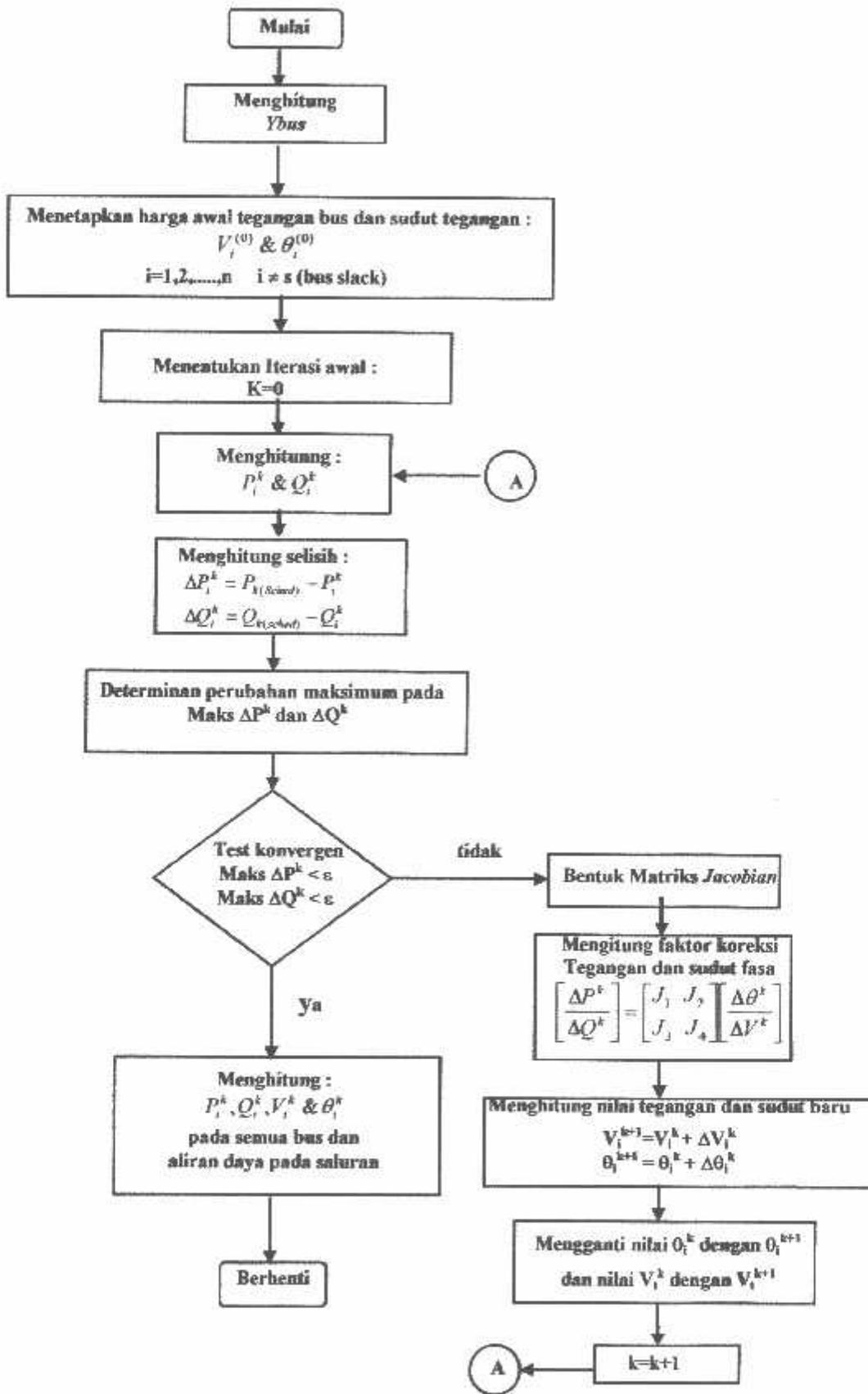
1. Masukan Data Beban P, Q, Data Saluran R, X, Daya Dasar (P) dan Tegangan Dasar (V) dan Data Kapasitas Kapasitor
2. Melakukan proses Aliran Daya dengan Menggunakan Metode Newton Raphson
3. Inisialisasi: Tentukan $t=I=0$ dan menghasilkan partikel-partikel n acak $\{X_j(0), j = 1, 2, \dots, n\}$.
4. Batas Load Flow (Aliran Daya) terpenuhi
 - a. “Ya” lanjutkan ke tahap ‘5’

- b. "Tidak" kembali ke tahap '3'
5. Pembaharuan Konter: perbaharui konter $i=i+1$
 6. Pembaharuan kecepatan: dengan menggunakan global terbaik dan individual terbaik, kecepatan partikel ke j dalam dimensi ke k pada penelitian ini (masalah integer) diperbaharui sesuai dengan persamaan berikut ini:

$$v(k,j,i+1)=v(k,j,i)+l*rand*(pbestx(j,k)-x(k,j,i))+l*rand*(gbestx(k)-x(k,j,i))$$
 7. Pembaharuan posisi: berdasarkan atas kecepatan yang diperbaharui, partikel merubah posisinya sesuai dengan persamaan berikut: $x(k,j,i+1) = x(k,j-1,i) + v(k,j,i)$
 8. Pembaharuan individual terbaik: masing-masing partikel dievaluasi dan diperbaharui sesuai dengan posisi pembaharuan.
 9. Mencari nilai minimum dalam individual terbaik dan solusinya yang pernah dicapai sejauh ini, dan mempertimbangkannya menjadi minimum.
 10. Kriteria penghentian: apabila salah satu kriteria penghentian terpenuhi,
 - a. "Ya" Lanjutkan ke tahap "11"
 - b. "Tidak" melangkah ke tahap "4"
 11. Cetak Hasil
 12. Stop.

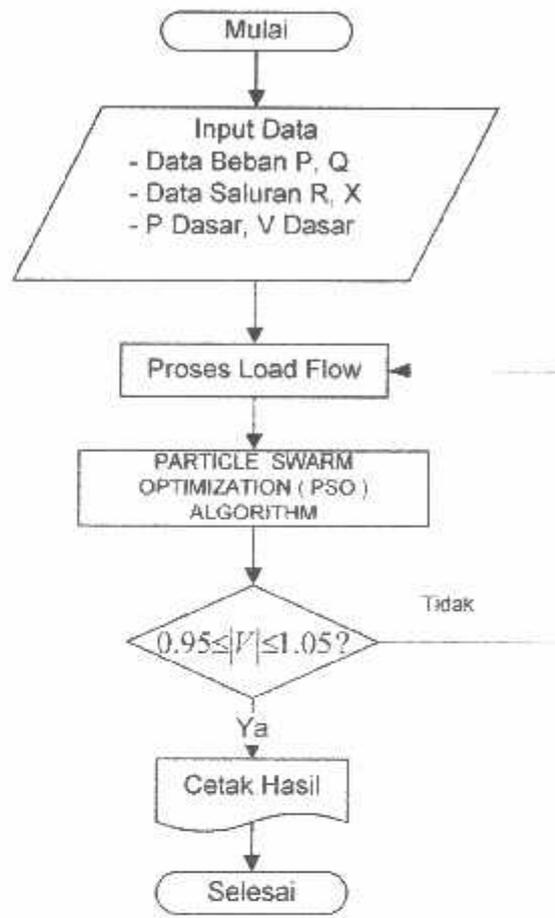
3.7 Flowchart Program

3.7.1 Flowchart Aliran Daya Newton Raphson.[3]



Gambar 3.1. Flowchart Aliran Daya Newton Raphson

3.7.2 Flowchart Algoritma Pemecahan Masalah



Gambar 3.2 Flowchart Algoritma Pemecahan Masalah

3.7.3 Flowchart Algoritma Solusi Particle Swarm Optimization (PSO)

Algorithm.[1]



Gambar 3.3 Flowchart Algoritma Solusi Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm.



BAB IV

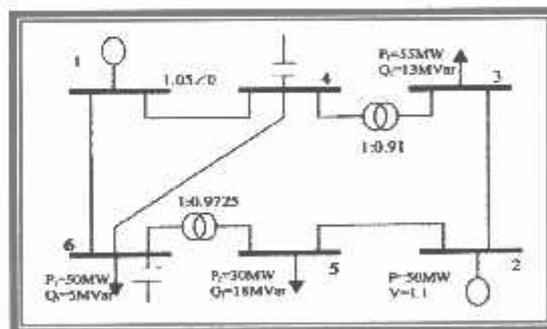
OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN *METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM* PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV Sub SISTEM PAITON – BALL.

4.1 Program Komputer Optimisasi Daya Reaktif pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*.

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB 6.5.1 dengan sistem operasi Windows XP profesional dan diaplikasikan pada komputer Pentium III 2.26 GHz dengan memori 256 Mb.

4.2 Validasi Data IEEE 6 Untuk Menyelesaikan Optimisasi Daya Reaktif pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton-Bali menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*.

4.2.1 Data IEEE 6 Bus₁₁



Gambar 4.1.
Sistem IEEE 6 Bus

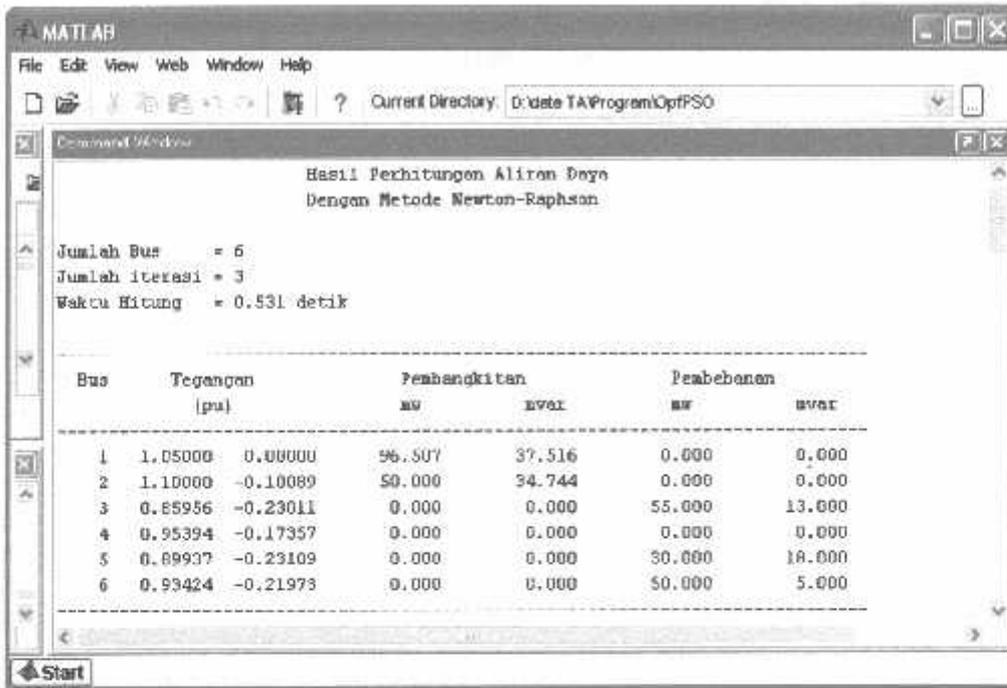
Tabel 4.1
Data Sistem IEEE-6 bus (p.u)

No	Hubungan Bus	Impedansi Saluran
1	1 - 6	$0.123 + 0.518j$
2	1 - 4	$0.080 + 0.370j$
3	4 - 6	$0.097 + 0.407j$
4	5 - 2	$0.282 + 0.640j$
5	2 - 3	$0.723 + 1.050j$
6	6 - 5	$0.000 + 0.300j$
7	4 - 3	$0.000 + 0.133j$

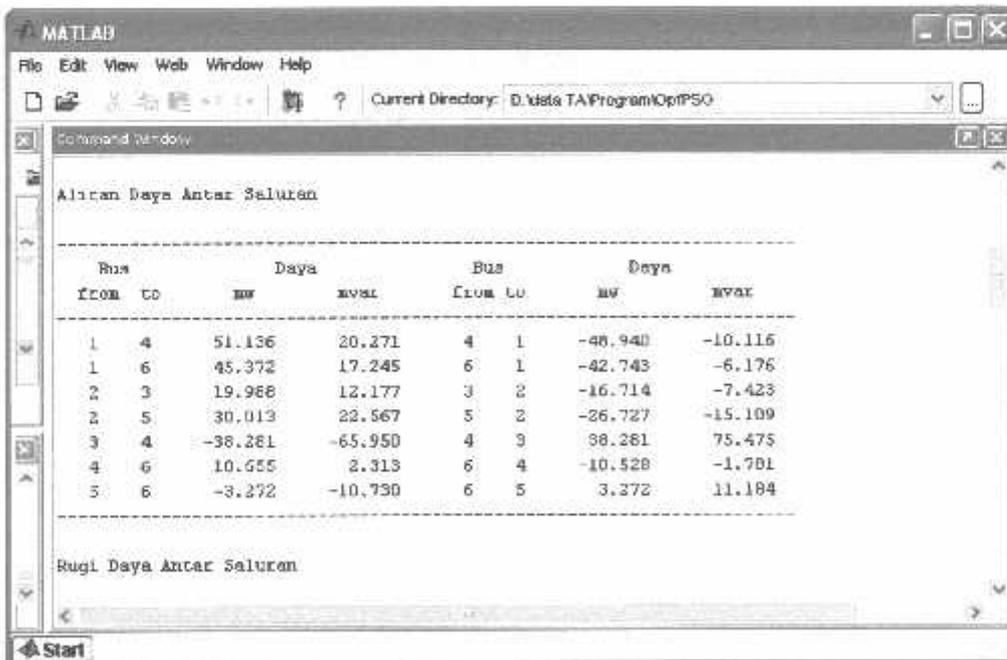
Tabel 4.2
Status Awal Sistem Sebelum Optimisasi

Bus	Tegangan (p.u.)		Beban (p.u.)		Suplai daya (p.u.)	
	V	θ (derajad)	P_l	Q_l	P_G	Q_G
1	10,500	0	0	0	0,9662	0,3792
2	11,000	-61,494	0	0	0,5000	0,3499
3	0,8563	-138,236	0,55	0,13	0	0
4	0,9528	-99,245	0	0	0	0
5	0,8992	-134,205	0,3	0,18	0	0
6	0,9338	-126,485	0,5	0,05	0	0
Kerugian Total Sistem = 11,620 MW						

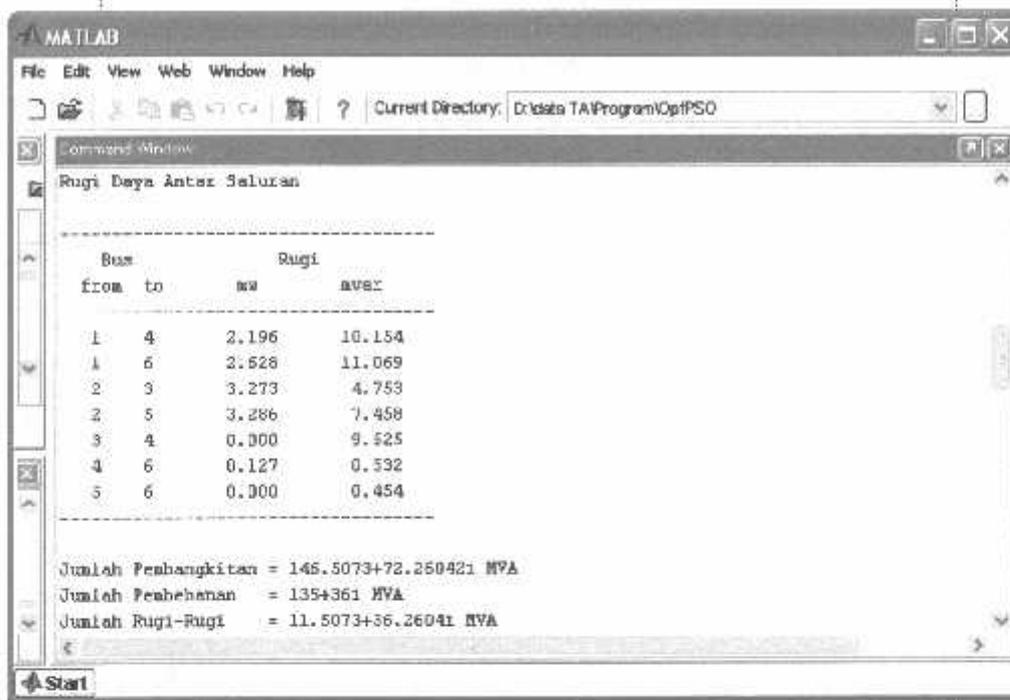
4.2.2 Tampilan Data Program Validasi 6 Bus



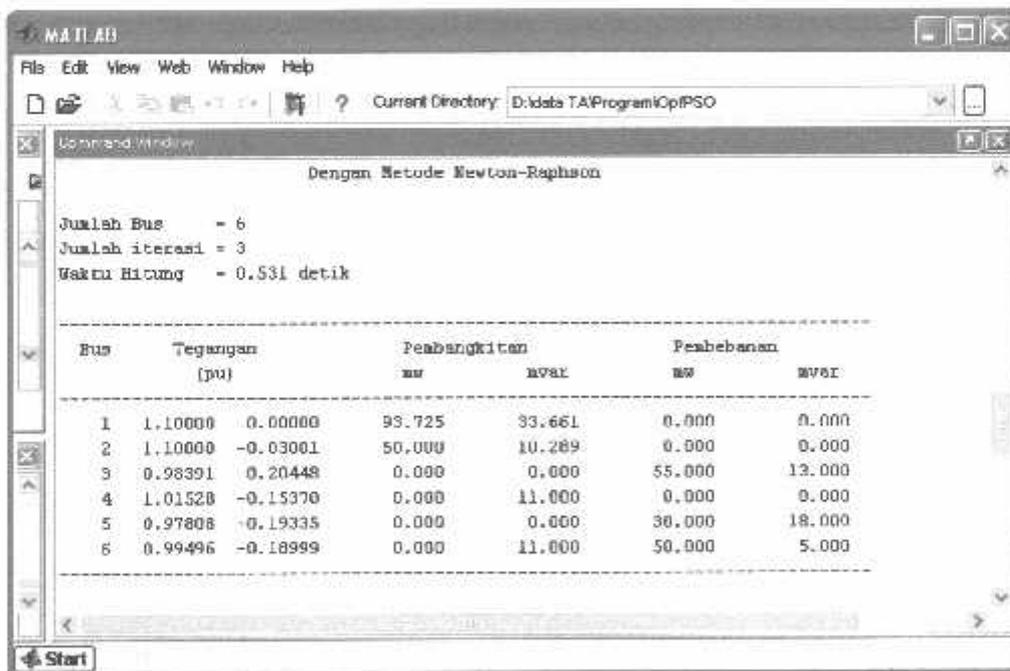
Gambar 4.2
Tampilan Data *Loadflow* awal



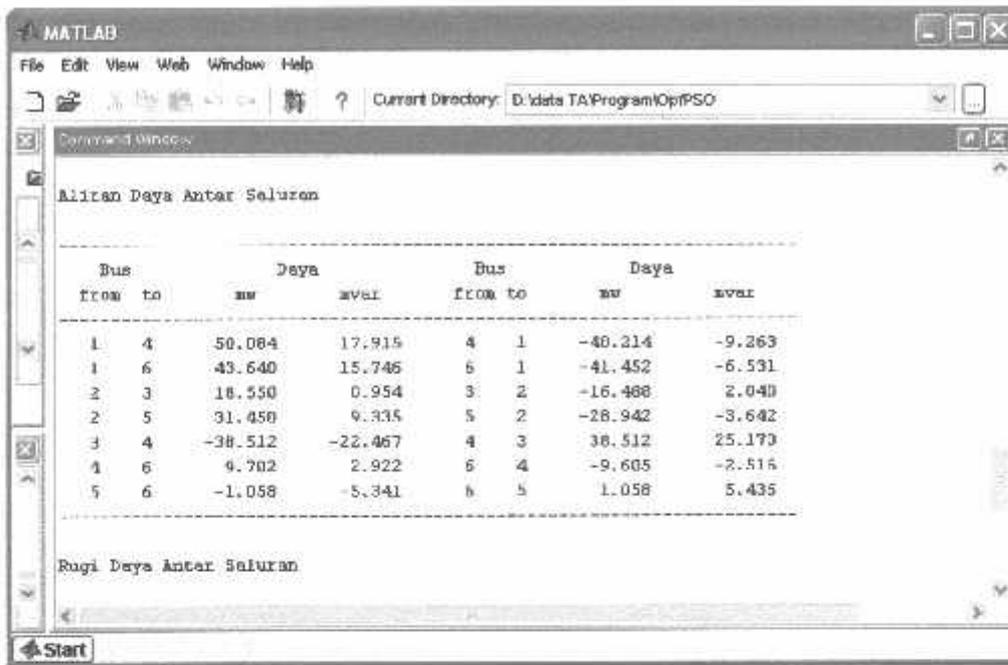
Gambar 4.3
Tampilan Data *Loadflow* awal



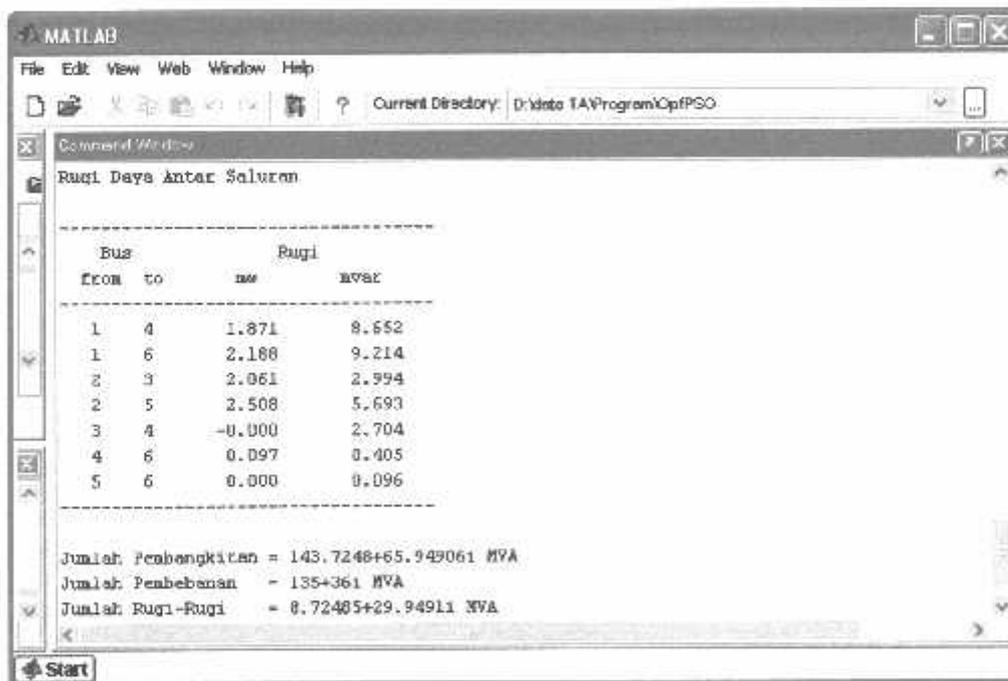
Gambar 4.4
Tampilan Data *Loadflow* awal



Gambar 4.5
Tampilan Data *Loadflow* akhir



Gambar 4.6
Tampilan Data *Loadflow* akhir



Gambar 4.7
Tampilan Data *Loadflow* akhir.

Tabel 4.3
Status Sistem Setelah Optimisasi

Bus	Tegangan (p.u.)		Beban (p.u.)		Suplai daya (p.u.)	
	V	θ (derajad)	P ₁	Q ₁	P _G	Q _G
1	11,000	0	0	0	0,9372	0,4277
2	11,500	-26,290	0	0	0,5000	0,1345
3	10,366	-114,258	0,55	0,13	0	0
4	0,9964	-873,710	0	0	0	0,05
5	10,147	-109,578	0,3	0,18	0	0
6	0,9775	-108,484	0,5	0,05	0	0,05
Kerugian Total Sistem = 8,720 MW						

Tabel 4.4
Perbandingan data jurnal dengan hasil validasi

Data Jurnal	Hasil Pengujian
Rugi Daya	Rugi Daya
8.720	8.724

$$\% \text{ error} = \frac{\text{hasiljurnal} - \text{hasilpengujian}}{\text{hasiljurnal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{8.720 - 8.724}{8.720} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = 0.0556\%$$

Dari proses validasi di atas maka didapatkan error sebesar 0.0556%

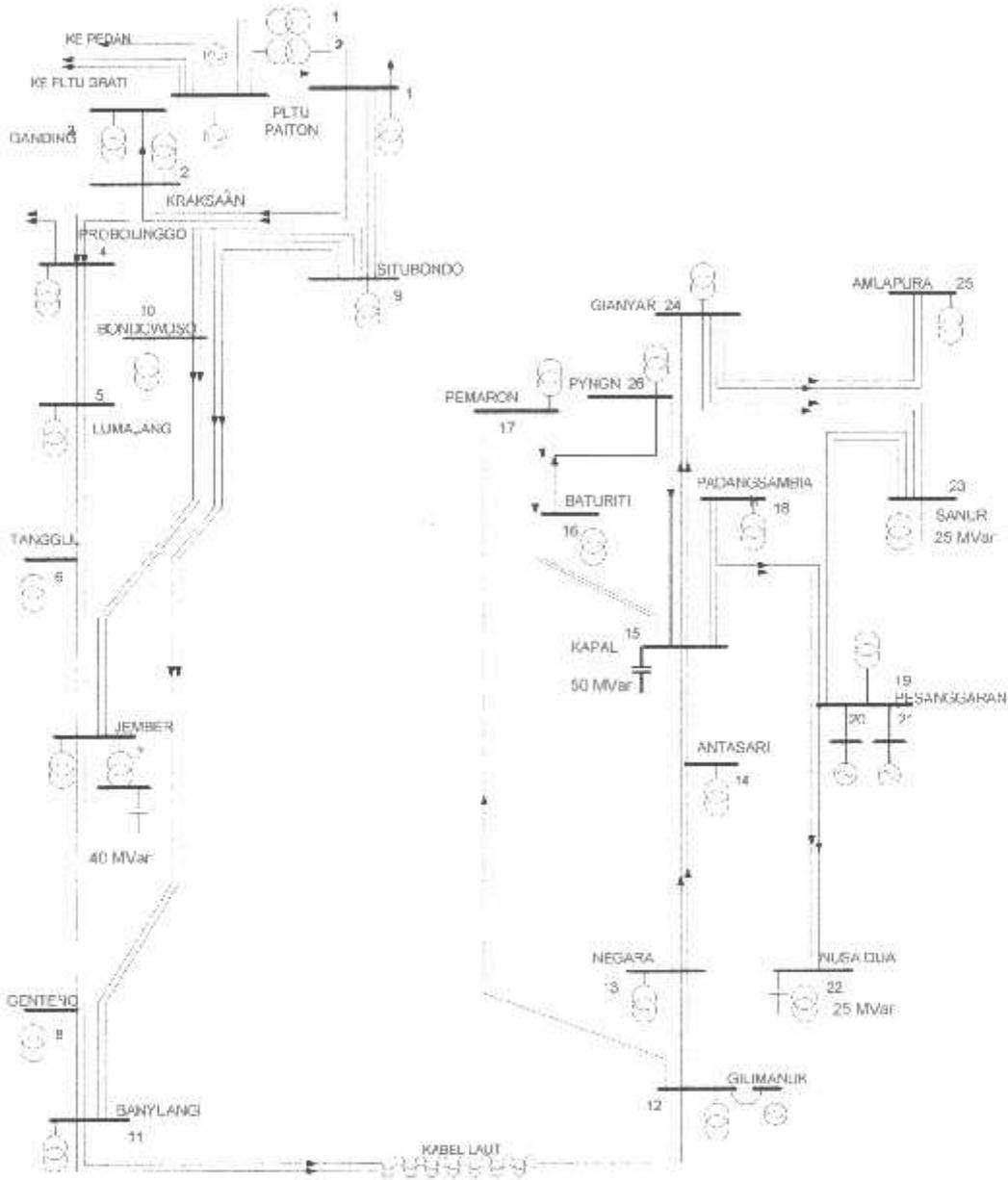
4.3 Sistem Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton – Bali

Sistem transmisi 150 kV sub sistem Paiton – Bali terdiri dari 26 bus dengan 35 saluran. Gambar 4.2 menunjukkan diagram segaris jaringan transmisi 150 kV Paiton – Bali. Untuk mengetahui penomoran bus dari sistem transmisi 150 kV Paiton – Bali dapat dilihat pada tabel 4.5.

Data yang akan diambil dari saluran transmisi sub sistem Paiton – Bali adalah data pembebanan, data saluran. Kemudian dari data yang didapat dilakukan analisa aliran daya menggunakan metode Newton Raphson untuk mengetahui keadaan tegangan pada setiap bus dari sistem jaringan, besarnya daya yang mengalir pada setiap cabang dari struktur jaringan serta besar rugi – rugi daya aktif dan daya reaktif pada setiap cabang jaringan. Agar memudahkan perhitungan maka digunakan system per-unit (pu), dimana:

1. Tegangan Dasar : 150 kV
2. Daya Dasar : 100 MVA

GAMBAR
SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB SISTEM
PAITON DAN BALI
 Kondisi Awal



Sumber : PT. PLN (persero) P3B Jawa-Bali

Gambar 4.8
Diagram Segaris Jaringan Sistem Tenaga Listrik
Sub Sistem 150 kV Paiton-Bali

Tabel 4.5
Penomoran Bus 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali

No. Bus	Nama Bus
1	PAITON
2	KRAKSAAN
3	GENDING
4	PROBOLINGGO
5	LUMAJANG
6	TANGGUL
7	JEMBER
8	GENTENG
9	SITUBONDO
10	BONDOWOSO
11	BANYUWANGI
12	GILIMANUK
13	NEGARA
14	ANTASARI
15	KAPAL
16	BATURITI
17	PEMARON
18	PADANG SAMBIAN
19	PESANGGARAN
20	PLTD PESANGGARAN
21	PLTG PESANGGARAN
22	NUSA DUA
23	SANUR
24	GIANYAR
25	AMLAPURA
26	PANAYANGAN

4.3.1 Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali

Berdasarkan data pada referensi [3] maka dilakukan pengolahan data untuk mengubah dasar tegangan ke dalam pu. Serta perhitungan P_{load} dan Q_{load} .

Pada bus nomor 1, maka :

$$\text{Tegangan Dasar} = 150 \text{ kV}$$

$$\text{Tegangan Sebenarnya} = 154,5 \text{ kV}$$

$$\text{Tegangan (pu)} = \frac{\text{Tegangan sebenarnya}}{\text{Tegangan dasar}}$$

$$\text{Tegangan (pu)} = \frac{154,5}{150} = 1,03 \text{ pu}$$

$$P_{\text{beban}} = 64,9 \text{ MW}$$

$$Q_{\text{beban}} = 7,9 \text{ MVAR}$$

$$\text{Daya Dasar} = 100 \text{ MVA}$$

$$\text{Daya Sebenarnya} = 65,4 \text{ MVA}$$

$$\text{Daya (pu)} = \frac{\text{Daya sebenarnya}}{\text{Daya dasar}}$$

$$\text{Daya (pu)} = \frac{65,4}{100} = 0,654 \text{ pu}$$

Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan seperti langkah di atas, sehingga didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.6

Tabel 4.6

Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton - Bali

No	Nama Bus	Tegangan (pu)	Pgenerator (MW)	Qgenerator (MVAR)	Pload (MW)	Qload (MVAR)	Tipe
1	PAITON	1,03	-	-	64,9	7,9	1
2	KRAKSAN	-	-	-	14	5	3
3	GENDING	-	-	-	19,2	9,6	3
4	PROBOLINGGO	-	-	-	37,9	16	3
5	LUMAJANG	-	-	-	36,7	15	3
6	TANGGUL	-	-	-	27	10	3
7	JEMBER	-	-	40	50,5	35,5	3
8	GENTENG	-	-	-	35,5	25,5	3
9	SITUBONDO	-	-	-	29,5	19,5	3
10	BONDOWOSO	-	-	-	18	8,5	3
11	BANYUWANGI	-	-	-	26	16	3
12	GILIMANUK	0,960	99,9	-	6,2	2,7	2
13	NEGARA	-	-	-	10,8	4,5	3
14	ANTASARI	-	-	-	5,6	2,6	3
15	KAPAL	-	-	50	56,9	19,9	3
16	BATURITI	-	-	-	4,5	0,9	3
17	PEMARON	-	-	-	24	7,5	3
18	PDG SAMBIAN	-	-	-	31,2	12,5	3
19	PESANGGARAN	-	-	-	73,3	23,3	3
20	PLTD PSGRAN	0,95	22,0	-	0	0	2
21	PLTG PSGRAN	0,95	68,0	-	0	0	2
22	NUSADUA	-	-	25	55,9	25,9	3
23	SANUR	-	-	25	46,8	16,8	3
24	GLANYAR	-	-	-	31,6	10,9	3
25	AMLAPURA	-	-	-	12,3	3,3	3
26	PANAYANGAN	-	-	-	11,7	3,1	3

Ket: 1 : bus slack
 2 : bus generator
 3 : bus beban

4.3.2 Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali.

Pada sub sistem Paiton dan Bali terdiri dari 26 bus dan 35 saluran transmisi, dalam hal ini saluran transmisi yang dibahas adalah saluran transmisi 150 kV.

Berdasarkan data, maka dilakukan pengolahan data untuk saluran dengan jumlah sirkuit 2. Sebagai contoh pada hubungan saluran 1-2 dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0,0105 \times 0,0105}{0,0105 + 0,0105} = \frac{1,1025 \times 10^{-4}}{0,021} = 0,0053 \text{ pu}$$

$$X = \frac{X_1 \times X_2}{X_1 + X_2} = \frac{0,0359 \times 0,0359}{0,0359 + 0,0359} = \frac{1,2888 \times 10^{-3}}{0,0718} = 0,0179 \text{ pu}$$

$$B = \frac{B_1 \times B_2}{B_1 + B_2} = \frac{0,0130 \times 0,0130}{0,0130 + 0,0130} = \frac{1,69 \times 10^{-4}}{0,026} = 0,0065 \text{ pu}$$

Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan seperti langkah di atas, sehingga didapatkan hasil data yang ditunjukkan pada tabel 4.7

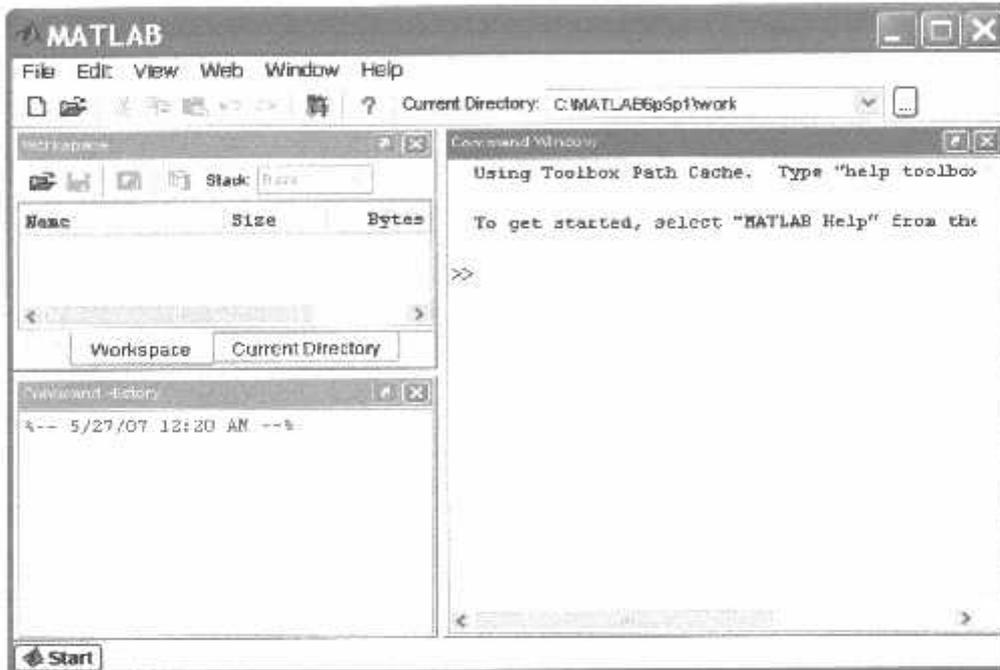
Tabel 4.7
Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali

No	Hubungan Bus	Jumlah Sirkuit	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1	1 – 2	2	0,0053	0,0179	0,0065
2	1 – 9	2	0,0048	0,0346	0,0251
3	2 – 3	1	0,01	0,0340	0,0123
4	2 – 4	2	0,0079	0,0269	0,0097
5	4 – 5	2	0,0135	0,0460	0,0166
6	5 – 6	1	0,0167	0,0571	0,0206
7	5 – 7	1	0,0315	0,1077	0,0389
8	6 – 7	1	0,0148	0,0506	0,0183
9	7 – 8	1	0,0337	0,1151	0,0415
10	7 – 10	2	0,0104	0,0353	0,0128
11	7 – 11	1	0,0430	0,1469	0,0530
12	8 – 11	1	0,0177	0,0604	0,0218
13	9 – 10	2	0,0091	0,0310	0,0112
14	9 – 11	2	0,0966	0,0457	0,0340
15	11 – 12	2	0,0016	0,0035	-
16	12 – 13	2	0,0116	0,0034	0,0124
17	12 – 17	1	0,0399	0,1314	0,0502
18	13 – 14	1	0,0270	0,0783	0,0288
19	13 – 15	1	0,0412	0,1194	0,0439
20	15 – 16	1	0,0362	0,0693	0,0240
21	15 – 17	1	0,0556	0,1054	0,0369
22	15 – 18	1	0,0105	0,0304	0,0112
23	15 – 19	1	0,0105	0,0304	0,0112
24	15 – 22	1	0,0293	0,0561	0,0195
25	15 – 24	2	0,0059	0,0170	0,0063
26	15 – 26	1	0,0132	0,0383	0,0141
27	16 – 17	1	0,0194	0,0371	0,0129
28	16 – 26	1	0,0171	0,0494	0,0182
29	18 – 19	1	0,0045	0,0130	0,0048
30	19 – 20	1	0,0020	0,0244	-
31	19 – 21	1	0,0020	0,0056	-
32	19 – 22	1	0,0127	0,0243	0,0084
33	19 – 23	2	0,0037	0,0070	0,0025
34	23 – 24	2	0,0078	0,0149	0,0052
35	24 – 25	2	0,0103	0,0298	0,0110

4.4 Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan.

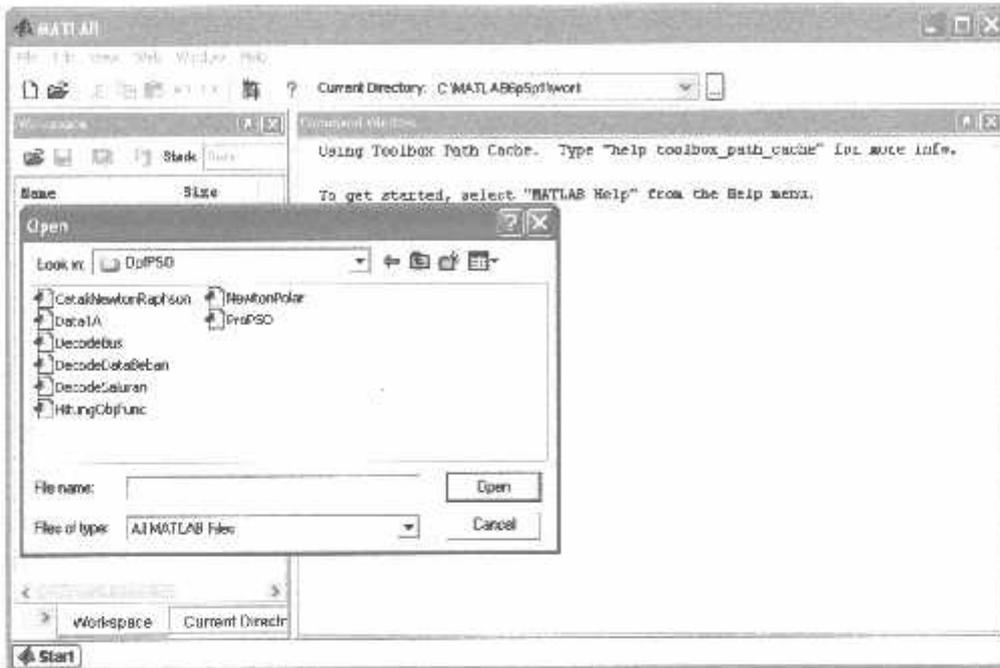
Prosedur menjalankan program perhitungan dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB 6.5.1 dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Tampilan utama dari program.



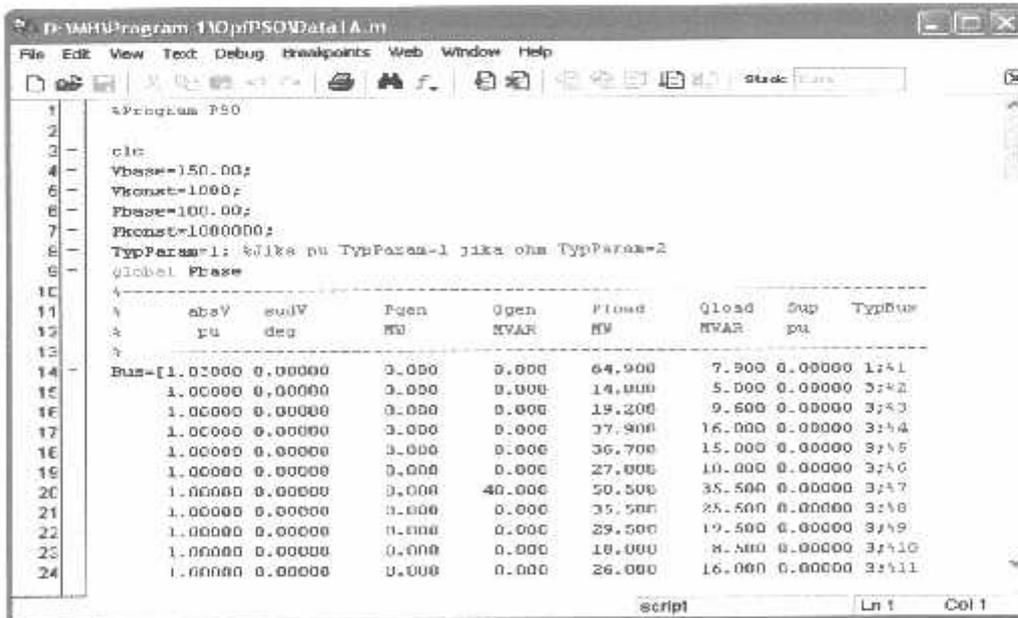
Gambar 4.9
Tampilan Utama Program

2. Tekan open file untuk membuka data yang sudah tersimpan



Gambar 4.10
Tampilan Masukan Data

3. Kemudian tekan tombol data file



Gambar 4.11
Tampilan Data

```

D:\data TAIProgram\OpfPSO\DataTA.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
Stack: Pass
39
40 [Nbus,Deban,Cap]=DecodeBus(Bus);
41 global Nbus Seban Cap
42
43
44 % From to R X Lc Tap TapPh SudPh Kap Saluran
45 % pu pu pu pu deg NYA
46
47 Sal=[ 1 2 0.00530 0.01790 0.00650 0.00000 0.00000 0.00000 222.00;
48 1 9 0.00480 0.03440 0.02510 0.00000 0.00000 0.00000 400.00;
49 2 3 0.01000 0.03400 0.01230 0.00000 0.00000 0.00000 111.00;
50 3 4 0.00790 0.02690 0.00970 0.00000 0.00000 0.00000 222.00;
51 4 5 0.01350 0.04600 0.01660 0.00000 0.00000 0.00000 222.00;
52 5 6 0.01670 0.05710 0.02060 0.00000 0.00000 0.00000 111.00;
53 5 7 0.03150 0.10770 0.03890 0.00000 0.00000 0.00000 111.00;
54 6 7 0.01480 0.05060 0.01830 0.00000 0.00000 0.00000 111.00;
55 7 8 0.03370 0.11510 0.04150 0.00000 0.00000 0.00000 111.00;
56 7 10 0.01040 0.03530 0.01280 0.00000 0.00000 0.00000 222.00;
57 7 11 0.04300 0.14690 0.05300 0.00000 0.00000 0.00000 111.00;
58 8 11 0.01770 0.06040 0.02180 0.00000 0.00000 0.00000 111.00;
59 9 10 0.00910 0.03100 0.01120 0.00000 0.00000 0.00000 222.00;
60 9 11 0.09660 0.04570 0.03400 0.00000 0.00000 0.00000 360.00;
11 12 0.00160 0.00350 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 222.00;
script Ln 57 Col 89

```

Gambar 4.12
Tampilan Data

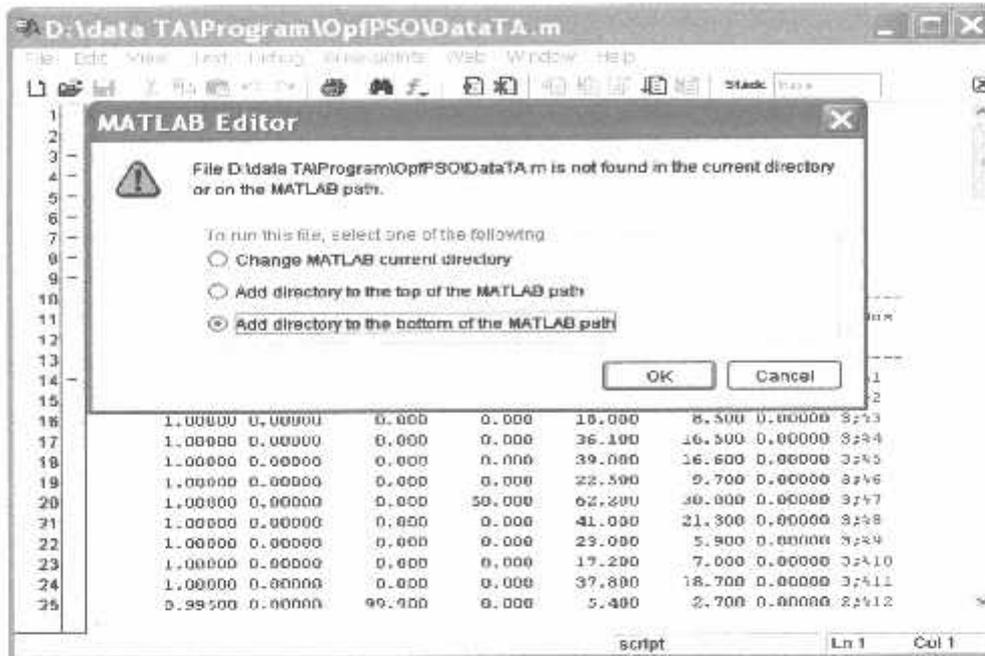
```

D:\data TAIProgram\OpfPSO\DataTA.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
Stack:
84
85 [Nsal,Z,Lc,Tr,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal);
86 global Nsal Z Lc Tr CapSal
87
88 % bus Umin Umax a b u fix var Pmin Pmax
89 % NYAR NYAR pu MW
90
91 Gen=[ 1 -200.00 300.00 6.180000 1306.150 300144.168 0.73 5.10 150.0 740.00;
92 12 -45.00 80.00 1.406900 1599.000 87435.000 1.03 7.20 50.0 133.80;
93 20 -20.00 60.00 14.293200 1670.000 88960.000 1.05 7.20 25.0 75.00;
94 21 -15.00 75.00 113.900000 5297.000 139560.000 1.05 7.20 15.0 125.50];
95
96
97 global Gen
98 wala=cputime;
99 [V,ite,Alir,Sg,Sl,SuaG,SuaL,Rr,RugiS]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Cap,Deban,Phas);
100 Vl=real(V);
101 selang=selasal-wala;
102 [Nbus]=CecakNewtonRaphson(Nbus,Lc,selang,V,Sg,Sl,Z,Alir,RugiS,SuaG,SuaL,Rr);
103
104
105 %Parameter Particle Swarm Optimization
106 wmaxgen=30;
107 popsize=50;
script Ln 1 Col 1

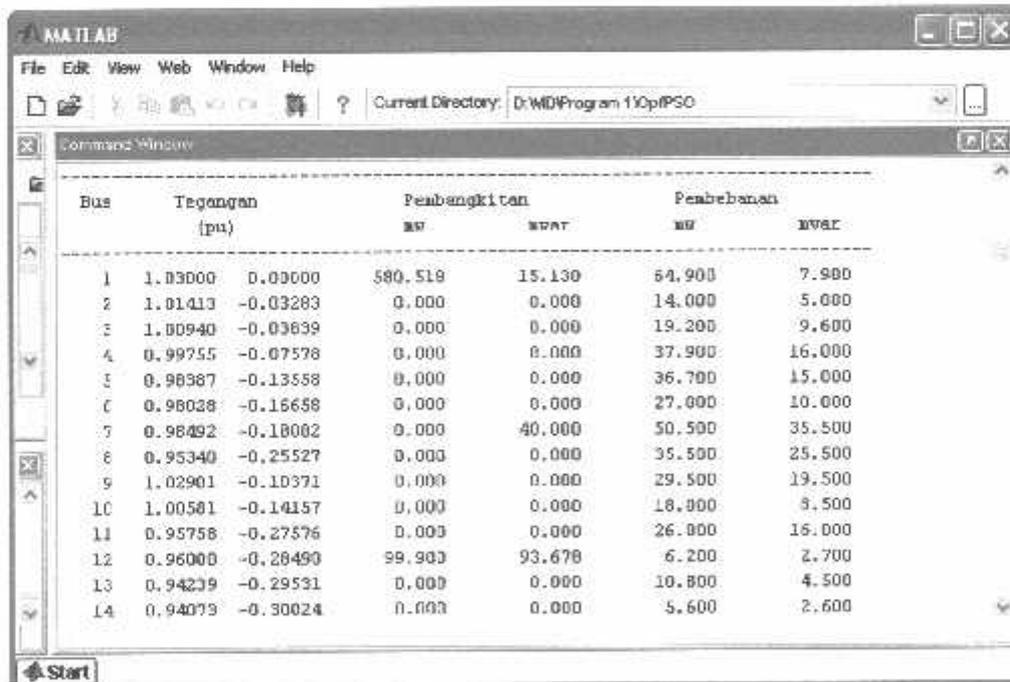
```

Gambar 4.13
Tampilan Data

4. Pilih Data TA2, kemudian tekan F5 lalu Enter



Gambar 4.14
Tampilan Data



Gambar 4.15.
Tampilan Data Loadflow awal

Aliran Daya Antar Saluran

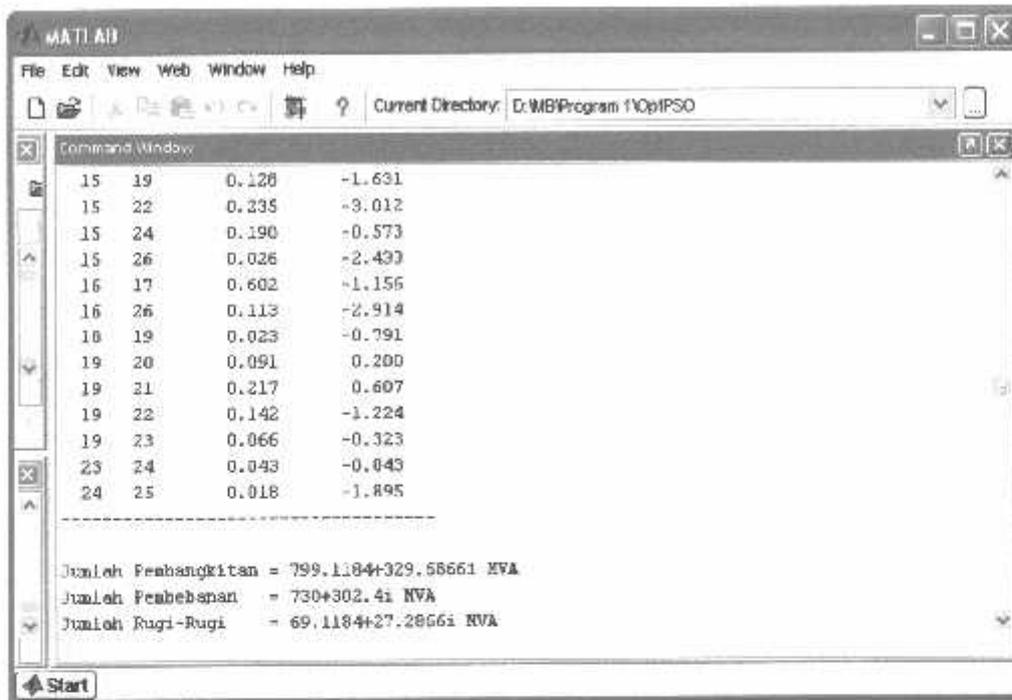
Bus		Days		Bus		Days	
from	to	mw	mvar	from	to	mw	mvar
1	2	201.837	34.029	2	1	-199.742	-28.310
1	9	313.781	-26.798	9	1	-309.300	53.779
2	3	19.243	7.228	3	2	-19.200	-9.600
2	4	166.499	16.082	4	2	-164.347	-10.717
4	5	126.447	-5.283	5	4	-124.276	9.421
5	6	50.105	-9.652	6	5	-49.662	7.194
5	7	37.471	-14.769	7	5	-36.975	8.927
6	7	22.662	-17.194	7	6	-22.546	14.056
7	8	63.776	6.537	8	7	-62.325	-9.376
7	10	-116.538	-23.018	10	7	118.045	25.596
7	11	61.783	-2.001	11	7	-60.086	-2.205
8	11	26.825	-16.124	11	8	-26.545	12.754

Gambar 4.16
Tampilan Data *Loadflow* awal

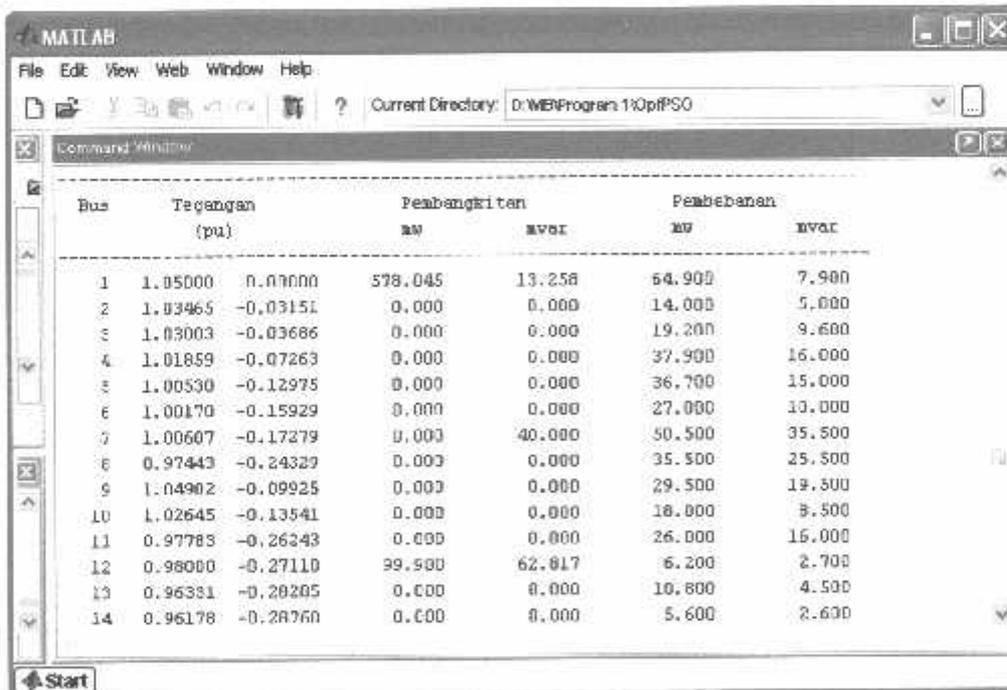
Rugi Daya Antar Saluran

Bus		Rugi	
from	to	mw	mvar
1	2	2.095	-5.719
1	9	4.461	26.980
2	3	0.343	-2.372
2	4	3.152	5.364
4	5	2.171	4.138
5	6	0.443	-2.450
5	7	0.496	-5.842
6	7	0.116	-3.130
7	8	1.452	-2.840
7	10	1.507	2.578
7	11	1.696	-4.206

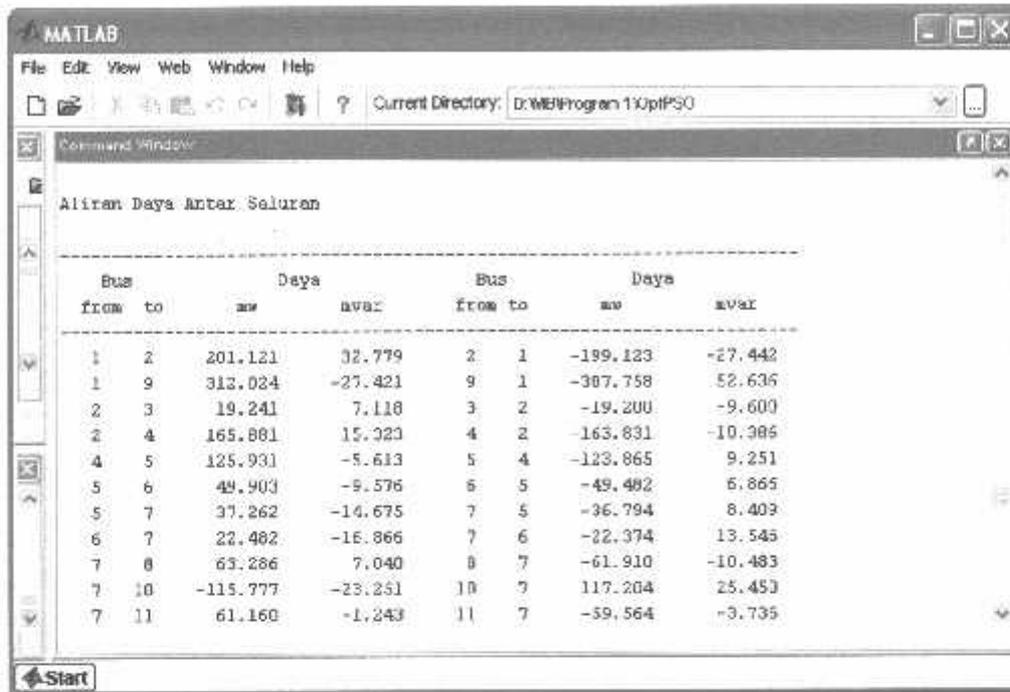
Gambar 4.17
Tampilan Data *Loadflow* awal.



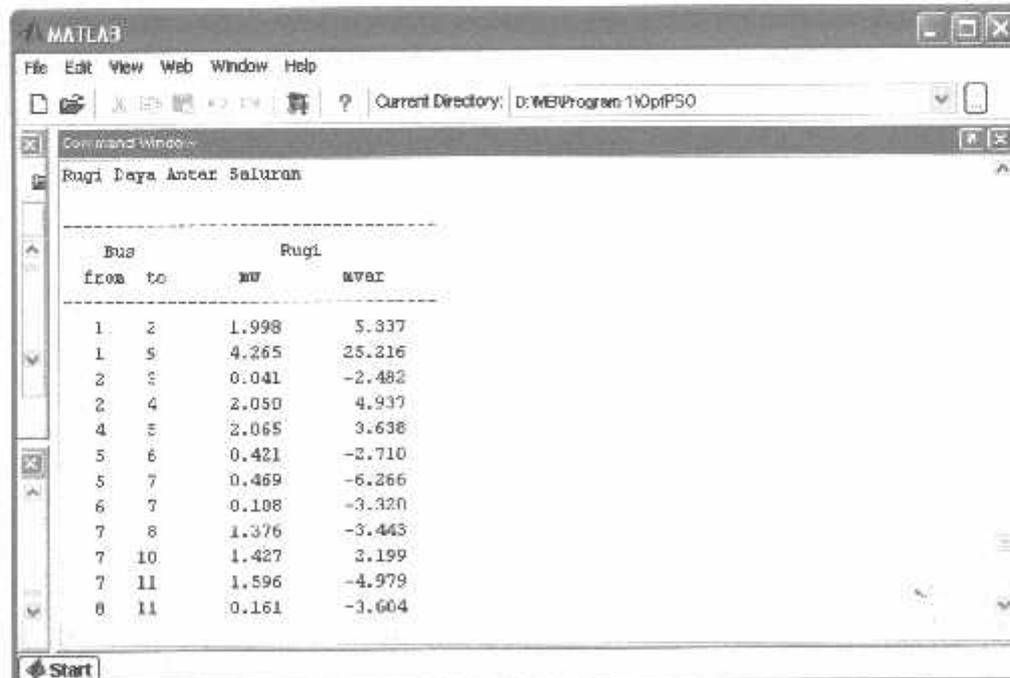
Gambar 4.18
Tampilan Hasil Program Sebelum Optimasi



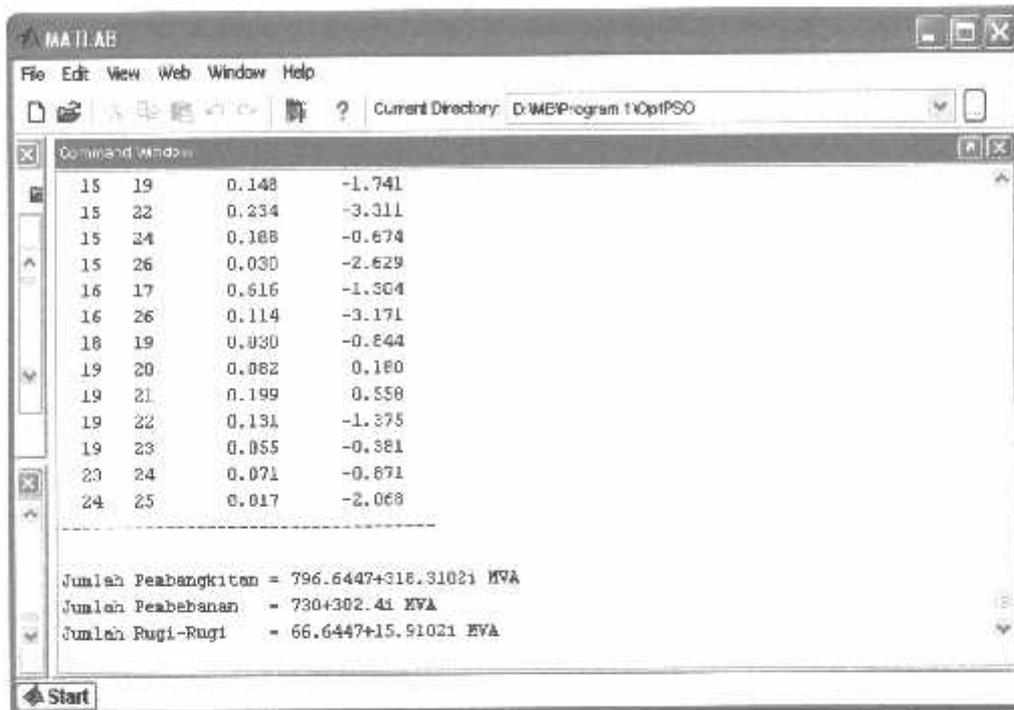
Gambar 4.19
Tampilan Data Loadflow akhir.



Gambar 4.20
Tampilan Data *Loadflow* akhir



Gambar 4.21
Tampilan Data *Loadflow* akhir



Gambar 4.22
Tampilan Hasil Program Setelah Optimasi

4.5 Hasil dan Analisis Hasil Optimisasi Daya Reaktif menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm* Pada Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali

4.5.1 Hasil Perhitungan Kondisi Awal

Tabel 4.8
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan Pembebanan Sebelum Optimisasi

No. Bus	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Pembangkitan		Pembebanan	
			Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	1.03	0	580.518	15.13	64.9	7.9
2	1.01413	-0.03283	0	0	14	5
3	1.0094	-0.03839	0	0	19.2	9.6
4	0.99755	-0.07578	0	0	37.9	16
5	0.98387	-0.13558	0	0	36.7	15
6	0.98028	-0.16658	0	0	27	10
7	0.98492	-0.18082	0	40	50.5	35.5
8	0.9534	-0.25527	0	0	35.5	25.5
9	1.02901	-0.10371	0	0	29.5	19.5
10	1.00581	-0.14157	0	0	18	8.5
11	0.95758	-0.27576	0	0	26	16
12	0.96	-0.2849	99.9	93.678	6.2	2.7
13	0.94239	-0.29531	0	0	10.8	4.5
14	0.94073	-0.30024	0	0	5.6	2.6
15	0.94366	-0.49579	0	50	56.9	19.9
16	0.94427	-0.47564	0	0	4.5	0.9
17	0.94708	-0.45116	0	0	24	7.5
18	0.9437	-0.50658	0	0	31.2	12.5
19	0.94675	-0.5072	0	0	73.3	23.3
20	0.95	-0.50746	22	60.093	0	0
21	0.95	-0.50164	96.7	20.785	0	0
22	0.94077	-0.51457	0	25	55.9	25.9
23	0.94441	-0.50971	0	25	46.8	16.8
24	0.94193	-0.50646	0	0	31.6	10.9
25	0.93983	-0.51033	0	0	12.3	3.3
26	0.94289	-0.4898	0	0	11.7	3.1

Tabel 4.9
Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Pada Kondisi Awal

No.	Saluran		Daya		Saluran		Daya	
	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)
1	1	2	201.837	34.029	2	1	-199.742	-28.31
2	1	9	313.781	-26.798	9	1	-309.3	53.779
3	2	3	19.243	7.228	3	2	-19.2	-9.6
4	2	4	166.499	16.082	4	2	-164.347	-10.717
5	4	5	126.447	-5.283	5	4	-124.276	9.421
6	5	6	50.105	-9.652	6	5	-49.662	7.194
7	5	7	37.471	-14.769	7	5	-36.975	8.927
8	6	7	22.662	-17.194	7	6	-22.546	14.056
9	7	8	63.776	6.537	8	7	-62.325	-9.376
10	7	10	-116.538	-23.018	10	7	118.045	25.596
11	7	11	61.783	-2.001	11	7	-60.086	-2.205
12	8	11	26.825	-16.124	11	8	-26.645	12.754
13	9	10	137.808	37.782	10	9	-136.045	-34.096
14	9	11	141.992	-111.06	11	9	-113.064	118.028
15	11	12	173.796	-144.578	12	11	-172.904	146.528
16	12	13	156.481	-36.469	13	12	-153.242	35.174
17	12	17	110.123	-19.082	17	12	-104.782	27.541
18	13	14	5.61	-2.479	14	13	-5.6	-2.6
19	13	15	136.832	-37.195	15	13	-127.632	56.05
20	15	16	-20.587	8.053	16	15	20.801	-11.919
21	15	17	-30.509	10.593	17	15	31.21	-15.859
22	15	18	28.26	-10.717	18	15	-28.154	9.027
23	15	19	27.061	-19.756	19	15	-26.933	18.125
24	15	22	25.457	-9.891	22	15	-25.222	6.879
25	15	24	52.88	-8.991	24	15	-52.69	8.418
26	15	26	-11.83	4.759	26	15	11.856	-7.192
27	16	17	-48.97	18.026	17	16	49.572	-19.182
28	16	26	23.669	-7.006	26	16	-23.556	4.092
29	18	19	-3.046	-21.527	19	18	3.068	20.736
30	19	20	-21.909	-59.894	20	19	22	60.093
31	19	21	-96.483	-20.178	21	19	96.7	20.785
32	19	22	30.82	6.554	22	19	-30.678	-7.779
33	19	23	38.137	11.357	23	19	-38.071	-11.68
34	23	24	-8.729	19.88	24	23	8.772	-20.724
35	24	25	12.318	1.405	25	24	-12.3	-3.3

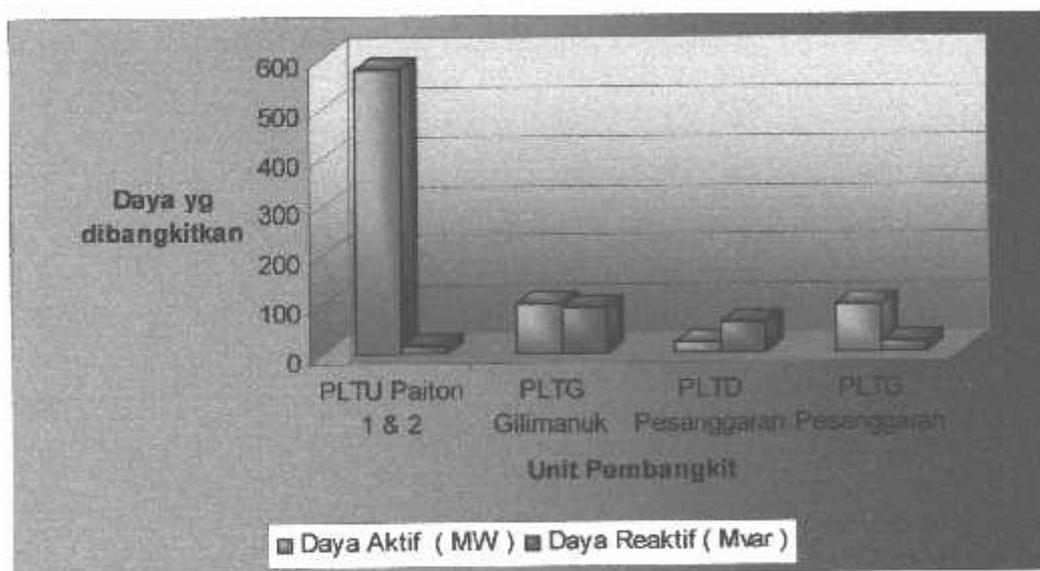
Tabel 4.10
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Sebelum Optimasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
799,118	329,687	730	302,4	69,118	27,287

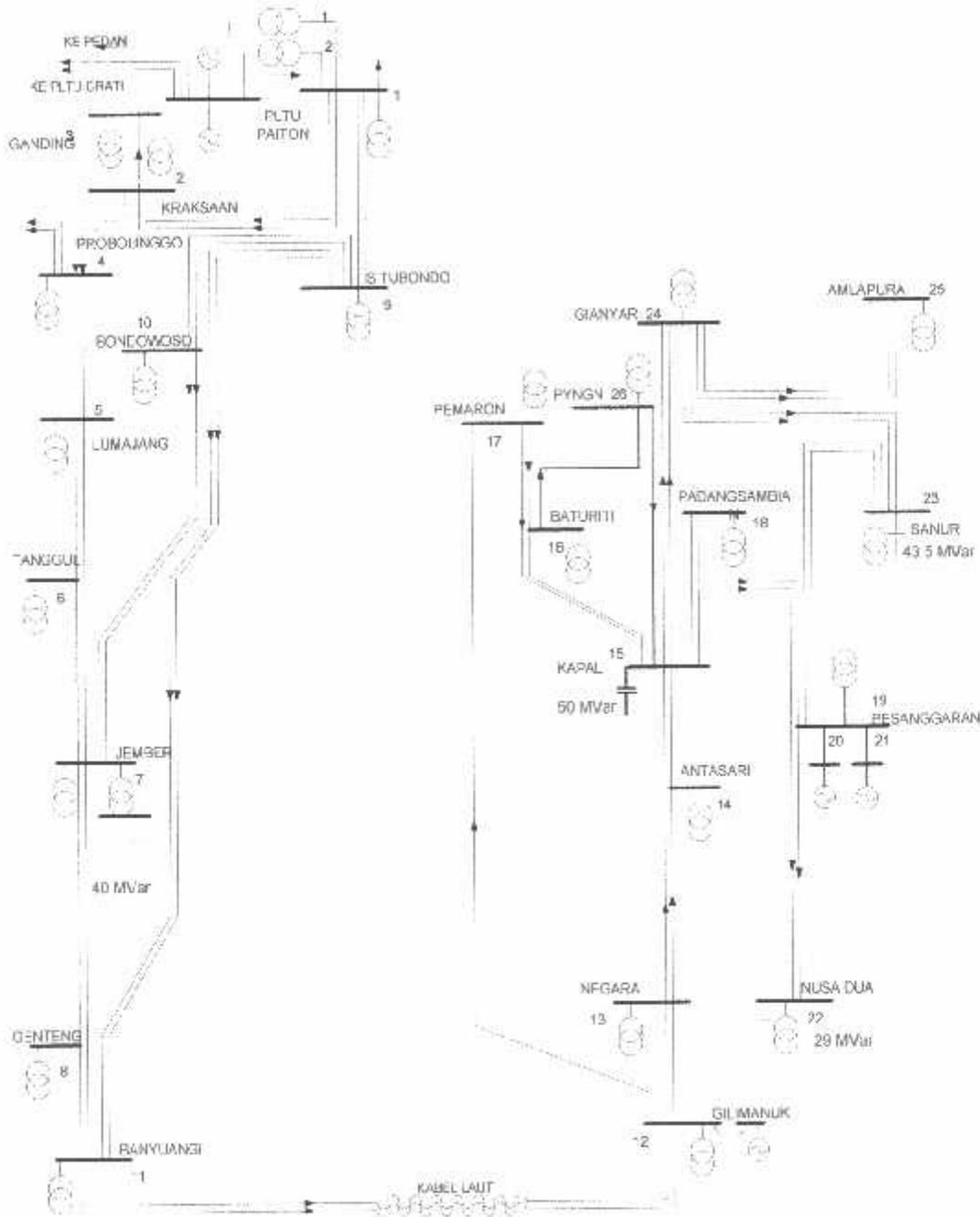
Tabel 4.11
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Pada Kondisi Awal

No.	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan	
		(MW)	(MVAR)
1	PLTU Paiton 1 & 2	580,518	15,13
2	PLTG Gilimanuk	99,900	93,678
3	PLTD Pesanggaran	22,000	60,093
4	PLTG Pesanggaran	96,700	20,785

Grafik 4.1
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Awal



GAMBAR
SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB SISTEM
PAITON DAN BALI
 Kondisi Akhir



Sumber : PT. PLN (persero) P3B Jawa-Bali

Gambar 4.23
Diagram Segaris Jaringan Sistem Tenaga Listrik
Sub Sistem 150 kV Paiton-Bali.

4.5.2 Hasil Perhitungan Setelah Optimasi

Tabel 4.12
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan
Pembebanan Setelah Optimasi.

No. Bus	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Pembangkitan		Pembebanan	
			Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	1.05	0	578.045	13.258	64.9	7.9
2	1.03465	-0.03151	0	0	14	5
3	1.03003	-0.03686	0	0	19.2	9.6
4	1.01859	-0.07263	0	0	37.9	16
5	1.0053	-0.12975	0	0	36.7	15
6	1.0017	-0.15929	0	0	27	10
7	1.00607	-0.17279	0	40	50.5	35.5
8	0.97443	-0.24329	0	0	35.5	25.5
9	1.04902	-0.09925	0	0	29.5	19.5
10	1.02645	-0.13541	0	0	18	8.5
11	0.97783	-0.26243	0	0	26	16
12	0.98	-0.2711	99.9	62.817	6.2	2.7
13	0.96331	-0.28285	0	0	10.8	4.5
14	0.96178	-0.2876	0	0	5.6	2.6
15	0.98205	-0.47699	0	50	56.9	19.9
16	0.98057	-0.45726	0	0	4.5	0.9
17	0.98116	-0.43321	0	0	24	7.5
18	0.98343	-0.48745	0	0	31.2	12.5
19	0.98691	-0.48823	0	0	73.3	23.3
20	0.99	-0.48846	22	59.463	0	0
21	0.99	-0.48311	96.7	20.272	0	0
22	0.98133	-0.49518	0	29	55.9	25.9
23	0.98541	-0.49094	0	43.5	46.8	16.8
24	0.98182	-0.48732	0	0	31.6	10.9
25	0.97983	-0.49089	0	0	12.3	3.3
26	0.98046	-0.471	0	0	11.7	3.1

Tabel 4.13
Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Pada Kondisi Akhir

No.	Saluran		Daya		Saluran		Daya	
	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)
1	1	2	201.121	32.779	2	1	-199.123	-27.442
2	1	9	312.024	-27.421	9	1	-307.758	52.636
3	2	3	19.241	7.118	3	2	-19.2	-9.6
4	2	4	165.881	15.323	4	2	-163.831	-10.386
5	4	5	125.931	-5.613	5	4	-123.865	9.251
6	5	6	49.903	-9.576	6	5	-49.482	6.866
7	5	7	37.262	-14.675	7	5	-36.794	8.409
8	6	7	22.482	-16.866	7	6	-22.374	13.546
9	7	8	63.286	7.04	8	7	-61.91	-10.483
10	7	10	-115.777	-23.251	10	7	117.204	25.45
11	7	11	61.16	-1.243	11	7	-59.564	-3.736
12	8	11	26.411	-15.016	11	8	-26.249	11.412
13	9	10	136.876	37.231	10	9	-135.204	-33.949
14	9	11	141.384	-109.366	11	9	-114.043	115.308
15	11	12	173.858	-138.984	12	11	-173.029	140.797
16	12	13	156.169	-51.017	13	12	-152.923	49.627
17	12	17	110.561	-29.662	17	12	-105.226	37.577
18	13	14	5.609	-2.71	14	13	-5.6	-2.6
19	13	15	136.514	-51.417	15	13	-127.245	69.972
20	15	16	-20.561	10.792	16	15	20.784	-14.987
21	15	17	-30.591	14.289	17	15	31.314	-20.029
22	15	18	28.384	-15.155	18	15	-28.275	13.308
23	15	19	27.255	-25.993	19	15	-27.106	24.252
24	15	22	25.186	-13.488	22	15	-24.952	10.177
25	15	24	52.841	-17.274	24	15	-52.653	16.6
26	15	26	-12.168	6.957	26	15	12.198	-9.586
27	16	17	-49.296	23.745	17	16	49.912	-25.018
28	16	26	24.012	-9.657	26	16	-23.898	6.486
29	18	19	-2.925	-25.808	19	18	2.956	24.964
30	19	20	-21.918	-59.283	20	19	22	59.463
31	19	21	-96.501	-19.714	21	19	96.7	20.272
32	19	22	31.08	5.702	22	19	-30.948	-7.077
33	19	23	38.19	0.779	23	19	-38.134	-1.161
34	23	24	-8.666	27.861	24	23	8.736	-28.732
35	24	25	12.317	1.232	25	24	-12.3	-3.3

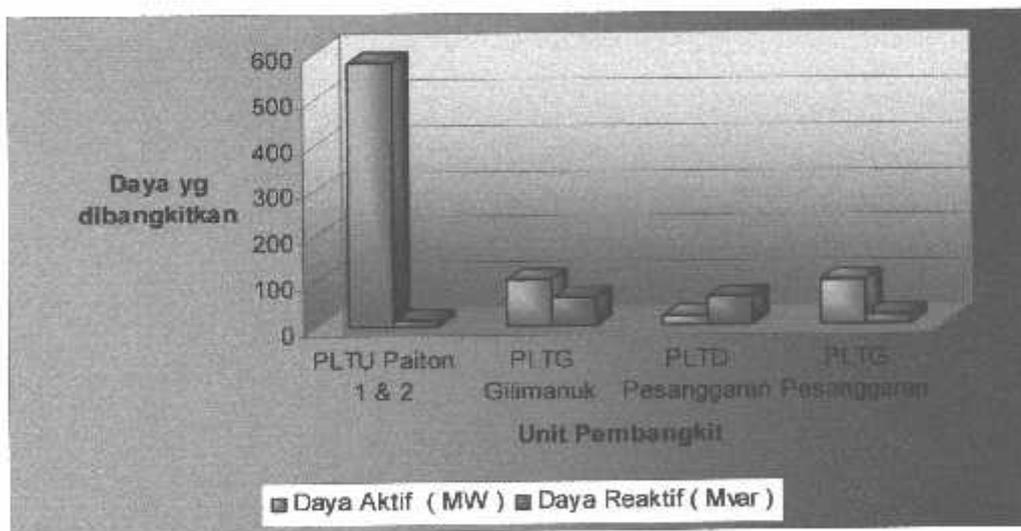
Tabel 4.14
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Setelah Optimasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
796,645	318,310	730	302,4	66,645	15,910

Tabel 4.15
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Pada Kondisi Akhir

No	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan	
		(MW)	(MVAR)
1	PLTU Paiton 1 & 2	578,045	13,258
2	PLTG Gilimanuk	99.900	62,817
3	PLTD Pesanggaran	22,000	59,463
4	PLTG Pesanggaran	96.700	20,272

Grafik 4.2
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Akhir



4.6 Hasil Analisa Penambahan Kapasitas Kapasitor Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*

4.6.1 Penambahan Kapasitas Kapasitor Kapasitor

Tabel 4.16
Penambahan Kapasitas Kapasitor

No	Bus	Kondisi Awal Kap. Kapasitor	Kondisi Akhir Kap. Kapasitor
1	7	40	40
2	15	50	50
3	22	25	29
4	23	25	43.5

Setelah dilakukan hasil perhitungan untuk penambahan kapasitor menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*, maka bus yang bertambah kapasitas kapasitor adalah bus #22 kapasitasnya naik dari 25 MVar menjadi 29 MVar, bus #23 kapasitasnya naik dari 25 MVar menjadi 43.5 MVar.

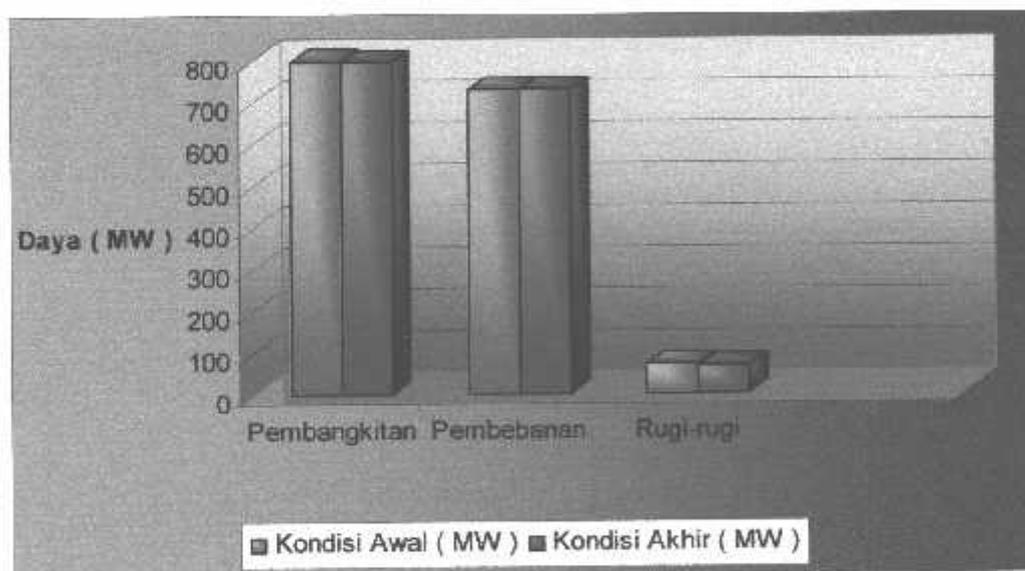
4.7 Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*

Dari semua hasil perhitungan diatas maka bisa dibuat tabel-tabel perbandingan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Tabel 4.17
Perbandingan Total Daya Aktif Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Pada Kondisi Awal dan Kondisi Akhir

Pembangkitan				Pembebanan		Rugi-rugi	
Kondisi Awal	Kondisi Akhir						
(MVA)	(MVA)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)
329,687	318,310	799,118	796,645	730	730	69,118	66,645

Grafik 4.3
Perbandingan Total Daya Aktif Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Pada Kondisi Awal dan Kondisi Akhir



4.7.1 Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

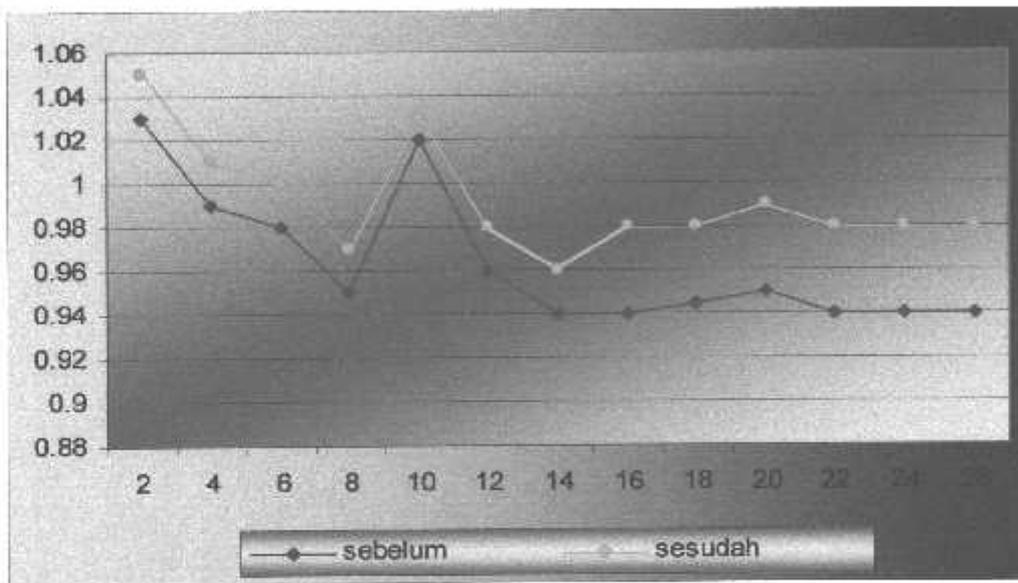
Berikut ini adalah tabel perbandingan tingkat tegangan dan sudut tegangan pada tiap bus :

Tabel 4.18
Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

No.	Sebelum Optimasi		Sesudah Optimasi	
	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)
1	1.03	0	1.05	0
2	1.01413	-0.03283	1.03465	-0.03151
3	1.0094	-0.03839	1.03003	-0.03686
4	0.99755	-0.07578	1.01859	-0.07263
5	0.98387	-0.13558	1.0053	-0.12975
6	0.98028	-0.16658	1.0017	-0.15929
7	0.98492	-0.18082	1.00607	-0.17279
8	0.9534	-0.25527	0.97443	-0.24329
9	1.02901	-0.10371	1.04902	-0.09925
10	1.00581	-0.14157	1.02645	-0.13541
11	0.95758	-0.27576	0.97783	-0.26243
12	0.96	-0.2849	0.98	-0.2711
13	0.94239	-0.29531	0.96331	-0.28285
14	0.94073	-0.30024	0.96178	-0.2876
15	0.94366	-0.49579	0.98205	-0.47699
16	0.94427	-0.47564	0.98057	-0.45726
17	0.94708	-0.45116	0.98116	-0.43321
18	0.9437	-0.50658	0.98343	-0.48745
19	0.94675	-0.5072	0.98691	-0.48823
20	0.95	-0.50746	0.99	-0.48846
21	0.95	-0.50164	0.99	-0.48311
22	0.94077	-0.51457	0.98133	-0.49518
23	0.94441	-0.50971	0.98541	-0.49094
24	0.94193	-0.50646	0.98182	-0.48732
25	0.93983	-0.51033	0.97983	-0.49089
26	0.94289	-0.4898	0.98046	-0.471

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa tegangan pada tiap bus setelah dilakukan konsultasi masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara -5% sampai +5% dari tegangan nominal. Sedangkan sudut tegangan setelah konsultasi menjadi lebih baik.

Grafik 4.4
Perbandingan Profil Tegangan



4.7.2 Perbandingan Aliran Daya Pada Tiap Bus

Tabel 4.19
Perbandingan Aliran Daya Pada Tiap Bus

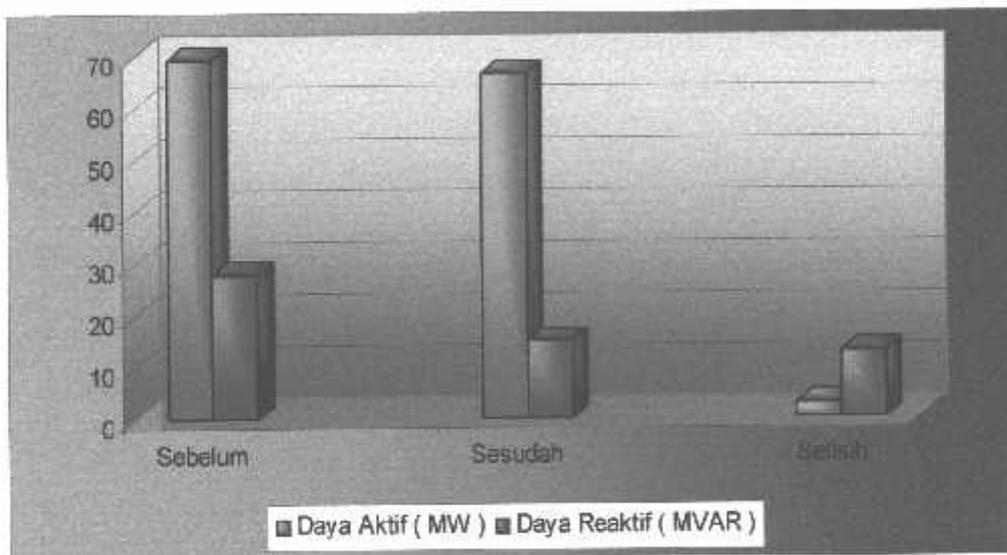
No.	Saluran		Kondisi Awal		Kondisi Akhir	
	Dari	Ke	Daya		Daya	
			P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
1	1	2	201.837	34.029	201.121	32.779
2	1	9	313.781	-26.798	312.024	-27.421
3	2	1	-199.742	-28.31	-199.123	-27.442
4	2	3	19.243	7.228	19.241	7.118
5	2	4	166.499	16.082	165.881	15.323
6	3	2	-19.2	-9.6	-19.2	-9.6
7	4	2	-164.347	-10.717	-163.831	-10.386
8	4	5	126.447	-5.283	125.931	-5.613
9	5	4	-124.276	9.421	-123.865	9.251
10	5	6	50.105	-9.652	49.903	-9.576
11	5	7	37.471	-14.769	37.262	-14.675
12	6	5	-49.662	7.194	-49.482	6.866
13	6	7	22.662	-17.194	22.482	-16.866
14	7	5	-36.975	8.927	-36.794	8.409
15	7	6	-22.546	14.056	-22.374	13.546
16	7	8	63.776	6.537	63.286	7.04
17	7	10	-116.538	-23.018	-115.777	-23.251
18	7	11	61.783	-2.001	61.16	-1.243
19	8	7	-62.325	-9.376	-61.91	-10.483
20	8	11	26.825	-16.124	26.411	-15.016
21	9	1	-309.3	53.779	-307.758	52.636
22	9	10	137.808	37.782	136.876	37.231
23	9	11	141.992	-111.06	141.384	-109.366
24	10	7	118.045	25.596	117.204	25.45
25	10	9	-136.045	-34.096	-135.204	-33.949
26	11	7	-60.086	-2.205	-59.564	-3.736
27	11	8	-26.645	12.754	-26.249	11.412
28	11	9	-113.064	118.028	-114.043	115.308
29	11	12	173.796	-144.578	173.858	-138.984
30	12	11	-172.904	146.528	-173.029	140.797
31	12	13	156.481	-36.469	156.169	-51.017
32	12	17	110.123	-19.082	110.561	-29.662
33	13	12	-153.242	35.174	-152.923	49.627
34	13	14	5.61	-2.479	5.609	-2.71
35	13	15	136.832	-37.195	136.514	-51.417
36	14	13	-5.6	-2.6	-5.6	-2.6
37	15	13	-127.632	56.05	-127.245	69.972
38	15	16	-20.587	8.053	-20.561	10.792

39	15	17	-30.509	10.593	-30.591	14.289
40	15	18	28.26	-10.717	28.384	-15.155
41	15	19	27.061	-19.756	27.255	-25.993
42	15	22	25.457	-9.891	25.186	-13.488
43	15	24	52.88	-8.991	52.841	-17.274
44	15	26	-11.83	4.759	-12.168	6.957
45	16	15	20.801	-11.919	20.784	-14.987
46	16	17	-48.97	18.026	-49.296	23.745
47	16	26	23.669	-7.006	24.012	-9.657
48	17	12	-104.782	27.541	-105.226	37.577
49	17	15	31.21	-15.859	31.314	-20.029
50	17	16	49.572	-19.182	49.912	-25.048
51	18	15	-28.154	9.027	-28.275	13.308
52	18	19	-3.046	-21.527	-2.925	-25.808
53	19	15	-26.933	18.125	-27.106	24.252
54	19	18	3.068	20.736	2.956	24.964
55	19	20	-21.909	-59.894	-21.918	-59.283
56	19	21	-96.483	-20.178	-96.501	-19.714
57	19	22	30.82	6.554	31.08	5.702
58	19	23	38.137	11.357	38.19	0.779
59	20	19	22	60.093	22	59.463
60	21	19	96.7	20.785	96.7	20.272
61	22	15	-25.222	6.879	-30.948	-7.077
62	22	19	-30.678	-7.779	-38.134	-1.161
63	23	19	-38.071	-11.68	-8.666	27.861
64	23	24	-8.729	19.88	-24.952	10.177
65	24	23	8.772	-20.724	8.736	-28.732
66	24	15	-52.69	8.418	-52.653	16.6
67	24	25	12.318	1.405	12.317	1.232
68	25	24	-12.3	-3.3	-12.3	-3.3
69	26	15	11.856	-7.192	12.198	-9.586
70	26	16	-23.556	4.092	-23.898	6.486

4.7.3 Perbandingan Tingkat Rugi Daya Aktif dan Daya Reaktif Pada Saluran Transmisi.

Untuk rugi daya pada saluran pada kondisi awal adalah $69.118+27.287i$ MVA, sedangkan rugi daya pada kondisi akhir setelah pemasangan kapasitor adalah $66.645+15.910i$ MVA. Dari hasil perhitungan, selisih rugi daya turun menjadi $2.473+12.376i$ MVA.

Grafik 4.5
Perbandingan Rugi Daya





BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa mengenai penentuan letak dan kapasitas kapasitor pada jaringan transmisi 150 kV dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Setelah dilakukan hasil perhitungan untuk penambahan kapasitor menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization Algorithm*, maka bus yang bertambah kapasitas kapasitor adalah bus #22 kapasitasnya naik dari 25 MVar menjadi 29 MVar, bus #23 kapasitasnya naik dari 25 MVar menjadi 43.5 MVar. Untuk rugi daya pada saluran pada kondisi awal adalah $69.118+27.287i$ MVA, sedangkan rugi daya pada kondisi akhir setelah pemasangan kapasitor adalah $66.645+15.910i$ MVA. Dari hasil perhitungan, selisih rugi daya turun menjadi $2.473+12.376i$ MVA
2. Dari hasil perhitungan aliran daya pada saluran transmisi 150 kV sub system Paiton Bali Setelah dilakukan Optimasi, maka terjadi kenaikan profil tegangan pada beberapa bus yaitu: bus #14, tegangannya naik dari 0,940 p.u menjadi 0,961 p.u; bus # 22 tegangannya naik dari 0,940 p.u menjadi 0,981 p.u; bus #23, tegangannya naik dari 0,944 p.u menjadi 0,985 p.u; bus #24, tegangannya naik dari 0,941 p.u menjadi 0,981 p.u; bus #25, tegangannya naik dari 0.939 p.u menjadi 0.979 p.u; bus #26, tegangannya naik dari 0,942 p.u menjadi 0,980 p.u;

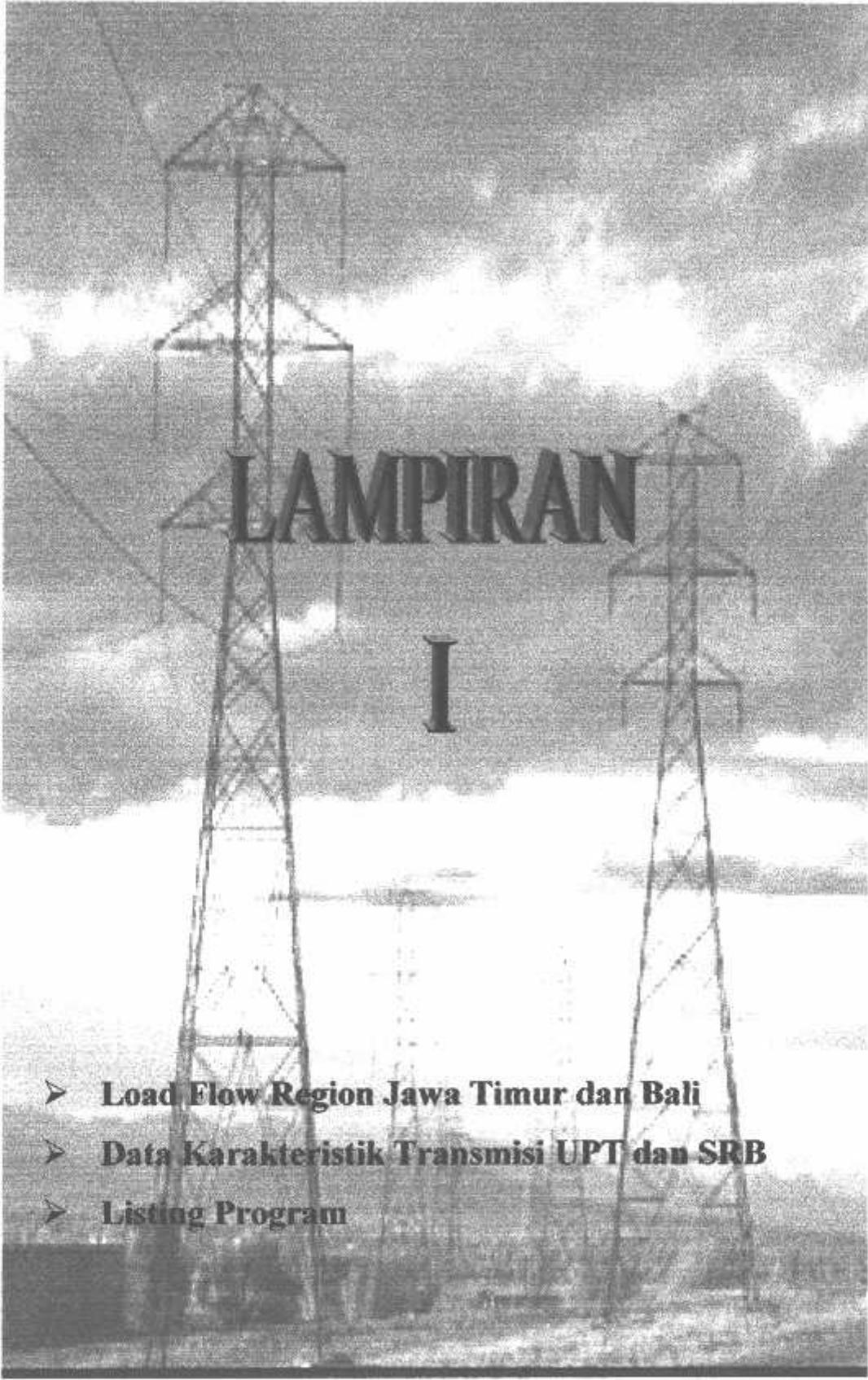
5.2 **Saran**

Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik selalu bertambah, sehingga diperlukan penyediaan energi listrik yang baik dan keandalan sistem dalam penyalurannya kepada masyarakat harus baik juga. Berbagai cara telah dilakukan oleh PLN guna memenuhi kebutuhan itu.

Salah satu metode yang bermanfaat dalam mengoptimalkan suplay daya dari pembangkit sampai ke beban telah disampaikan penulis melalui skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

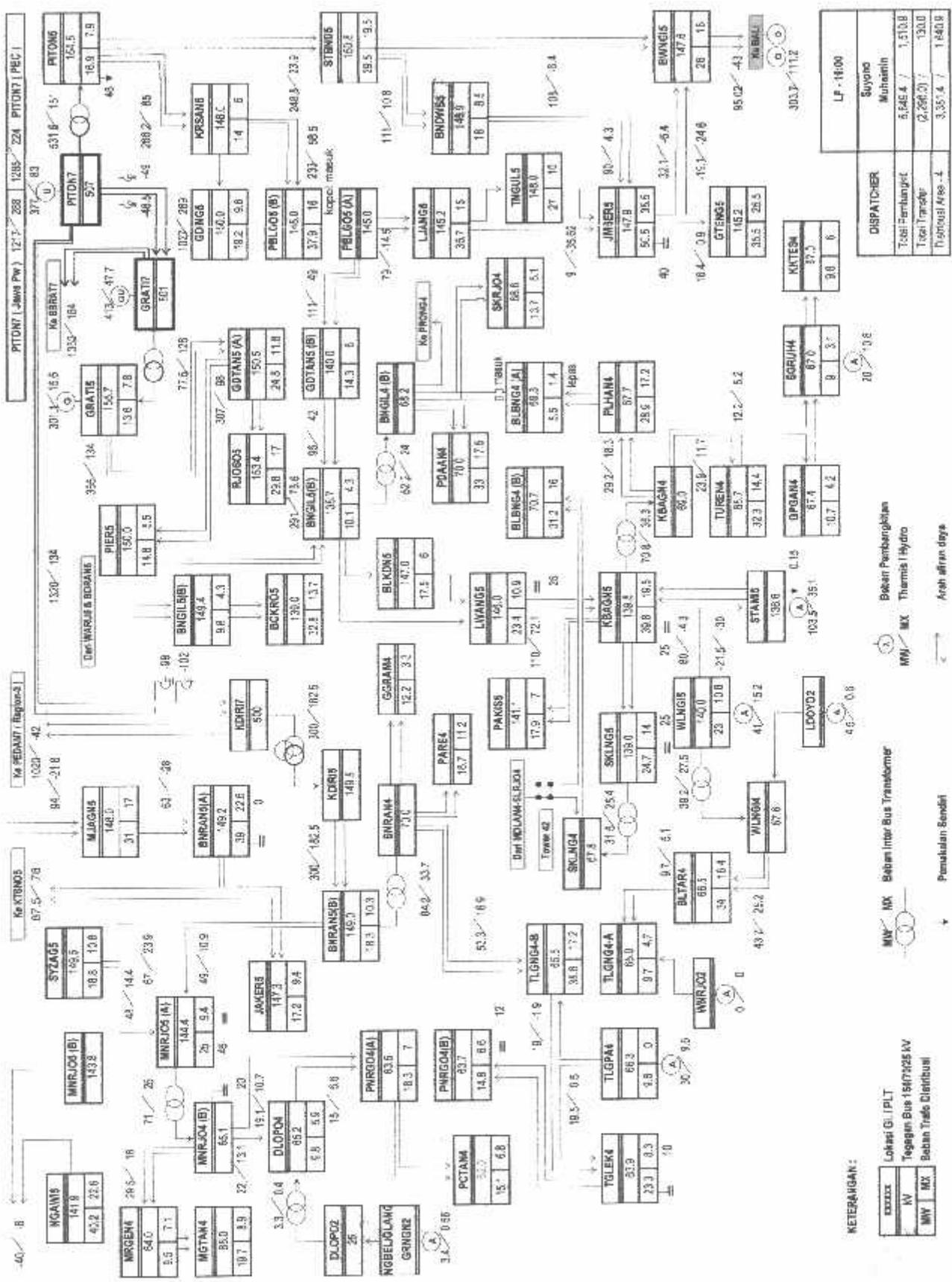
- [1] A. H. Mantawy M., S. Al-Ghamdi "*A New Reactive Power Optimization Algorithm*" Paper accepted for presentation at 2003 IEEE Bologna Power Tech Conference, June 23th-26th, Bologna, Italy
- [2] Ir. Djiteng Marsudi, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Balai Penerbit dan Humas Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, 1990.
- [3] William D Stevenson, Jr. "*Analisa Sistem Tenaga Listrik*". Edisi ke empat, Erlangga, Jakarta, 1993.
- [4] Hasan Bisri, "*Sistem Distribusi*". Balai Penerbit dan Humas ISTN, 1990.



LAMPIRAN

I

- **Load Flow Region Jawa Timur dan Bali**
 - **Data Karakteristik Transmisi UPT dan SRB**
 - **Listing Program**
-



DISPATCHER

Suyono	
Muhaimin	
Total Pemangfrel	5.645,4 / 1.510,8
Total Transfmr	(2.286,3) / 130,0
Total Area	4 / 3.351,4 / 1.640,8

LP - 1000

37,5
9,0
6

DISPATCHER

37,5
9,0
6

DISPATCHER

37,5
9,0
6

DISPATCHER

37,5
9,0
6

DISPATCHER

37,5
9,0
6

DISPATCHER

37,5
9,0
6

Beban Pembangkitan
 MW / MVA
 Beban Inter Bus Transformor
 MW / MVA
 Pemukiman Sederet
 Beban off-peak daya

Lokasi G. PLT
 Tegangan Bus 15kV/25kV KV
 Beban Trafo Distribusi

KETERANGAN:

Beban Pembangkitan
 MW / MVA
 Beban Inter Bus Transformor
 MW / MVA
 Pemukiman Sederet
 Beban off-peak daya

Lokasi G. PLT
 Tegangan Bus 15kV/25kV KV
 Beban Trafo Distribusi

KETERANGAN:

Beban Pembangkitan
 MW / MVA
 Beban Inter Bus Transformor
 MW / MVA
 Pemukiman Sederet
 Beban off-peak daya

Daya (MW)	TAHAP OPERASI	Keterangan
$P = \frac{1}{2} \rho v^3 A$		MVA base = 130 150 MW = 0.1975 70 MW = 4.163



PT. PLN (PERSERO) PEB
REGIONAL JAWA TIMUR DAN BALI
SUB REGION BALI

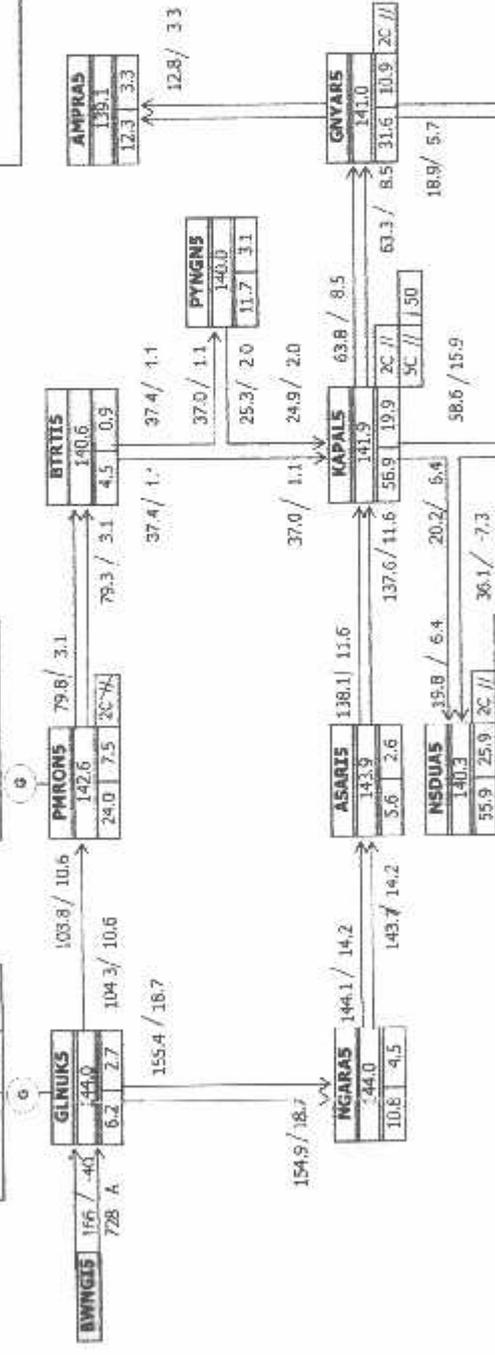
ISLAND GILNUK pk. 1 20.00	
F: 48.3 Hz	f: 48.1 Hz
144.2 MW	140.9 MW

LOAD FLOW SUB SISTEM BALI

SABTU, 27 JANUARI 2007
PUKUL : 20.00 WITA

PLTG 1 & 2 : 99.9 72.0

PLTG 1 & 2 : 0.0 0.0



OLS 150KV GILNUK - BWINGI					
WAKTU	PK. 19.00	PK. 20.00	PK. 19.00	PK. 20.00	
GI	AMP	MW	AMP	MW	
1 SEC KAPAL	1,026	307	1,073	32.1	
1 SEC NARON	280	84	304	9.1	
1 SEC NGARA	0	0.0	0	0.0	
1 SEC GRAYAR	120	3.6	136	4.1	
4 SEC KAPAL	140	4.2	148	4.4	
4 SEC NSDLIA	922	27.6	977	27.7	
5 SEC PHRON	48	1.4	56	1.7	
5 SEC PSGRN	1,635	48.9	1,649	49.3	
SUB TOTAL 1 SEC	1,426	42.6	1,513	45.2	
SUB TOTAL 4 SEC	1,062	31.8	1,075	32.1	
SUB TOTAL 5 SEC	1,683	50.3	1,705	51.0	
TOTAL	4,171	124.7	4,293	128.4	

UPR TERPASANG Island GilnuK					
WAKTU	PK. 19.00	PK. 20.00	PK. 19.00	PK. 20.00	
FREK	AMP	MW	AMP	MW	
48.6 Hz	414	12.4	451	13.5	
48.4 Hz	330	9.9	341	10.2	
48.3 Hz	2361	70.6	2,465	73.7	
TOTAL	3,105	92.9	3,257	97.4	

UPR 48.3 Hz terpasang Island PSGRN					
WAKTU	PK. 19.00	PK. 20.00	PK. 19.00	PK. 20.00	
GI	AMP	MW	AMP	MW	
PSGRN	9	0.0	9	0.0	
NSDUAS	115	3.4	114	3.4	

PUKUL : 20.00 WITA				PUKUL : 19.30 with Trfno 150/20KV							
LOKASI	TRF	TEG	TAP	MW	MVAR	LOKASI	TRF	20KV-150KV	MW	MVAR	
GLNUK	1	20.5	14	6.2	2.7	GLNUK	1	20.5	147.8	6.2	2.7
NGARA	1	20.3	15	10.6	4.5	NGARA	2	20.3	144.7	10.8	4.5
ASARI	1	20.5	13	5.6	2.6	ASARI	1	20.5	149.6	5.7	2.4
PHRON	1	20.6	15	7.3	2.9	PHRON	1	20.5	142.4	5.6	2.8
BTRTI	1	20.4	14	16.7	4.6	BTRTI	2	20.4	140.5	4.7	1.0
KAPAL	1	20.1	17	15.6	0.7	KAPAL	1	20.1	158	0.7	
GINYAR	1	20.5	16	12.8	4.3	GINYAR	2	20.5	140.6	12.9	4.2
AMPRA	1	20.5	15	18.6	5.6	AMPRA	1	20.5	138.9	5.1	2.5
SANUR	1	20.4	17	13.4	5.9	SANUR	1	20.3	135	1.4	
PSGRN	1	20.4	17	7.8	3.3	PSGRN	1	20.3	142.1	13.4	4.8
NSDLIA	1	20.4	14	29.6	7.7	NSDLIA	3	20.3	20.8	8.8	
PRIAN	1	20.3	15	31.2	12.5	PRIAN	1	20.3	138.8	30.4	10.3
PNGAN	1	20.5	14	11.7	3.1	PNGAN	1	20.6	139.8	12.1	4.2

BUS SECTION	80.1	21.0	401	A
BSAS PLTD: 1-2-4	68.0	35.8		
PLTD: 2-4-5-6-7	22.0	7.2		
BSAS PLTD: 11	10.0	4.8		
BSAS: Trf-5, SANUR 1-2, PLTD 10-11				

ISLAND PSGRN		
pk.	Amp	MW
19.00	3.331	99.6
20.00	3.347	100.1

Pembangkit BALI & SC	199.9	219.8
Total Transfer	166.0	-40.0
Capacitor / MSC	-	100.0
Distribusi BALI	365.9	179.8
DISPATCHER: PK. 15.00 ~ 21.00		
1. GEDE NOSEN		
2. ACH. BUDHIMAN		

61. NGARA : Trf 1 150/20KV-15 MVA Pak. Penggantian Kubekle 20 KV s/d Tel 27Jan '07

Daya (MVA)	TAMBAHAN OVERHEAD	Kemungkinan
137.732199		MVA base = 100 150 kV = 0.1975 70 kV = 4.163

167.5710		
167.5710		
120.0276		
130.0276		
167.5710		
167.5710		
336.1426		
167.5710		
167.5710		
167.5710		
167.5710		
167.5710		
167.5710		
103.8200		
0.8828		
103.8200		
103.8200		
103.8200		
103.8200		
167.5710		
167.5710		
167.5710		
103.8200		
103.8200		
0.8828		
103.8200		
103.8200		
167.5710		
167.5710		

```

function
    [Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus, ite, selang, V, Sg, SL, Z, Alir, Rugi
    S, SunG, SumL, Rr)
disp(' ');
disp(['          Hasil Perhitungan Aliran Daya']);
disp(['          Dengan Metode Newton-Raphson']);
disp(' ');
disp(['Jumlah Bus      = ' num2Str(Nbus)]);
disp(['Jumlah iterasi = ' num2Str(ite)]);
disp(['Waktu Hitung   - ' num2Str(selang) ' detik']);
disp(' ');
disp(['-----
-----']);
disp([' Bus      Tegangan      Pembangkitan
Pembebanan      ']);
disp(['      (pu)      mw      mvar
mw      mvar      ']);
disp(['-----
-----']);
Sa=[(1:Nbus)' real(V) imag(V) real(Sg) imag(Sg) real(SL)
    imag(SL)];
fprintf('%5.0f %8.5f %8.5f %8.3f %8.3f %8.3f
%8.3f\n', Sa);
disp(['-----
-----']);
disp(' ');
disp(['Aliran Daya Antar Saluran']);
disp(' ');
s=0;
disp(['-----
-----']);
disp([' Bus      Daya      Bus      Daya
']);
disp([' from to      mw      mvar      from to      mw
mvar      ']);
disp(['-----
-----']);
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        x=imag(RugiS(i, j));
        if x~=0
            S=[i j real(Alir(i, j)) imag(Alir(i, j)) j i
real(Alir(j, i)) imag(Alir(j, i))];
            fprintf('%3.0f %3.0f %8.3f %8.3f %3.0f %3.0f
%8.3f %8.3f\n', S);
        end
    end
end
disp(['-----
-----']);
disp(' ');
disp(['Rugi Daya Antar Saluran']);
disp(' ');
s=0;
disp(['-----
-----']);
disp([' Bus      Rugi      ']);

```

```

disp([' from to      mw      mvar      ']);
disp(['-----']);
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        x=imag(Z(i,j));
        if x~=0
            S=[i j real(RugiS(i,j)) imag(RugiS(i,j))];
            fprintf(' %3.0f %3.0f %8.3f %8.3f\n',S);
        end
    end
end
disp(['-----']);
disp(' ');
disp(['Jumlah Pembançkitan = ' num2Str(SumG) ' MVA']);
disp(['Jumlah Pembebanan  = ' num2Str(SumL) ' MVA']);
disp(['Jumlah Rugi-Rugi    = ' num2Str(Rr) ' MVA']);
disp(['Jumlah Iterasi      = ' num2Str(ite)]);

```

```
function [Nsal,Z,Lc,Tr,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal)
K=Sal(:,1);
Nsal=length(X);
Z=zeros(Nbus,Nbus);
Lc=zeros(Nbus,Nbus);
Tr=zeros(Nbus,Nbus);
CapSal=zeros(Nbus,Nbus);
for i=1:Nsal
    dari=round(Sal(i,1));
    ke=round(Sal(i,2));
    Z(dari,ke)=complex(Sal(i,3),Sal(i,4));
    Lc(dari,ke)=Sal(i,5);
    Tr(dari,ke)=Sal(i,6);
    CapSal(dari,ke)=Sal(i,9);
    CapSal(ke,dari)=Sal(i,9);
end
```

```

function
[V, ite, Alir, Sg, SL, SumG, SumL, Rr, RugiS, Jq] = NewtonPolar(N, z, Lc, Tr, Cap, Beban, Pbase)
%Loadflow Metode Newton Raphson Polar
%Copyright (c) 2002 by Ugro Software

%Baca Data-----
ite=0;
[V, Sg, SL, TypeBus] = BacaData(N, Beban, Pbase);
[Y] = Admitansi(N, z, Lc, Tr, Cap);
for i=1:15
    [dS] = PowerMismatch(N, Y, Lc, Sg, SL, TypeBus, V);
    [Cek] = CekKonvergen(N, dS, TypeBus);
    if Cek==1
        break;
    end
    [Jq] = Jaqobian(N, V, Y, TypeBus);
    [V] = UpdateTegangan(N, V, Jq, dS, TypeBus);
    ite=ite+1;
end
[Vc] = UbahRectangular(N, V);
[Alir] = AlirDaya(N, Vr, Y, Lc, Pbase);
[Sg] = Daya(N, Vr, TypeBus, Sg, SL, Y, Pbase, Alir);
SL = Pbase*SL;
[SumG, SumL, Rr] = RugiRugi(N, Sg, SL);
[RugiS] = RugiSaluran(N, z, Alir);

function [V, Sg, SL, TypeBus] = BacaData(N, Beban, Pbase)
V=zeros(N, 1);
Sg=zeros(N, 1);
SL=zeros(N, 1);
TypeBus=zeros(N, 1);
for i=1:N
    V(i) = complex(Beban(i, 1), Beban(i, 2));
    Sg(i) = complex(Beban(i, 3)/Pbase, Beban(i, 4)/Pbase);
    SL(i) = complex(Beban(i, 5)/Pbase, Beban(i, 6)/Pbase);
    TypeBus(i) = Beban(i, 7);
end

function [Y] = Admitansi(N, z, Lc, Tr, Cap)
Y=zeros(N, N);
C=zeros(N, N);
for i=1:N
    for j=1:N
        xa=imag(z(i, j));
        if xa~=0
            z(j, i) = z(i, j);
            Lc(j, i) = Lc(i, j);
        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        xa=imag(z(i, j));
        if xa~=0
            C(i, j) = 1/z(i, j);
        end
    end
end

```

```

        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        if i==j
            sumA=0;
            sumB=0;
            for k=1:N
                if i~=k
                    sumA=sumA+real(C(i,k));
                    sumB=sumB+imag(C(i,k))+Lc(i,k);
                end
            end
            if Cap(i)~=0
                sumB=sumB+Cap(i);
            end
            Y(i,j)=complex(sumA,sumB);
        else
            Y(i,j)=complex(-real(C(i,j)),-imag(C(i,j)));
        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        if Tr(i,j)~=0
            Tr(i,j)=1/Tr(i,j);
            Y(i,i)=Y(i,i)-C(i,j);
            Y(i,i)=Y(i,i)+C(i,j)*Tr(i,j)^2;
            Y(i,j)=Tr(i,j)*Y(i,j);
            Y(j,i)=Y(i,j);
        end
    end
end
for i=1:N
    if Cap(i)~=0
        re=real(Y(i,i));
        im=imag(Y(i,i))+Cap(i);
        Y(i,i)=complex(re,im);
    end
end
end

```

```

function [dS]=PowerMismatch(N,Y,Lc,Sg,SL,TypBus,V)
%Fungsi ini untuk menghitung selisih daya
PV=0;
for i=1:N
    if TypBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end
n=N-1+N-1-PV;
dS=zeros(n,1);
Pc=zeros(N,1);
Qc=zeros(N,1);
sp=0;

```



```

        Bij=imag(Y(i,j));
        if j==i
            sum=0;
            for k=1:N
                Uk=real(V(k));
                dk=imag(V(k));
                Gjk=real(Y(j,k));
                Bjk=imag(Y(j,k));
                sum=sum+((Gjk*cos(dj-dk)+Bjk*sin(dj-
dk))*Uk);
            end
            Pj=sum*Uj;
            Jq(row,col)=Pj-Gij*Uj^2;
        else
            Jq(row,col)=-Ui*Uj*(Gij*cos(di-dj)+Bij*sin(di-
dj));
        end
    end
end
end
end
end

```

```

function [V]=UpdateTegangan(N,V,Jq,dS,TypeBus)
PV=0;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end
n=N-1+N-1-PV;
dV=zeros(n,1);
dV=Jq\dS;
sp=0;
sq=0;
for i=1:N
    if TypeBus(i)~=1
        sp=sp+1;
        V(i)=complex(real(V(i)),imag(V(i))+dV(sp));
    end
end
sq=N-1;
for i=1:N
    if TypeBus(i)~=3
        sq=sq+1;
        dt=dV(sq)*real(V(i));
        V(i)=complex(real(V(i))+dt,imag(V(i)));
    end
end
end

```

```

function [Cek]=CekKonvergen(N,dS,TypeBus)
Cek=1;
PV=0;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end

```

```

end
n=N-1+N-1-PV;
Tol=0.0001;
for i=1:n
    if abs(dS(i))>Tol
        Cek=0;
    end
end

function [Vr]=UbahRectangular(N,V)
Vr=zeros(N,1);
for i=1:N
    Vreal=real(V(i))*cos(imag(V(i)));
    Vimag=real(V(i))*sin(imag(V(i)));
    Vr(i)=complex(Vreal,Vimag);
end

function [Alir]=AlirDaya(N,V,Y,Lc,Pbase)
Alir=zeros(N,N);
for i=1:N
    for j=1:N
        Lc(j,i)=Lc(i,j);
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        if j~=i
            Yx=imag(Y(i,j));
            if Yx~=0
                Ys=complex(-real(Y(i,j)),-imag(Y(i,j)));
                Ls=complex(0,Lc(i,j));
                Al=conj(V(i))*(V(i)-V(j))*Ys+conj(V(i))*V(i)*Ls;
                Alir(i,j)=complex(real(Al)*Pbase,-imag(Al)*Pbase);
            end
        end
    end
end

function [Sg]=Daya(N,V,Typ,Sg,SL,Y,Pbase,Alir)
for i=1:N
    sum=0;
    if Typ(i)==1
        for j=1:N
            Al=imag(Y(i,j));
            if Al~=0
                sum=sum+Alir(i,j);
            end
        end
        Sg(i)=sum+SL(i)*Pbase;
    end
    sum=0;
    if Typ(i)==2
        for j=1:N
            sum=sum+(imag(V(i))*(real(V(j))*real(Y(i,j))+imag(V(j))*-
            imag(Y(i,j)))-real(V(i))*(imag(V(j))*real(Y(i,j))-
            real(V(j))*-imag(Y(i,j))));
        end
    end
end

```

```

        end
        Sg(i)=complex(real(Sg(i))*Pbase, (sum+imag(SL(i)))*Pbase);
    end
    if Typ(i)==3
        Cap=imag(Sg(i));
        if Cap~=0
            Sg(i)=Pbase*Sg(i);
        end
    end
end
end

function [SumG, SumL, Rr]=RugiRugi(N, Sg, SL)
Rr=zeros(N,1);
SumG=0+0i;
SumL=0+0i;
for i=1:N
    SumG=SumG+Sg(i);
    SumL=SumL+SL(i);
end
Rr=SumG-SumL;

function [RugiS]=RugiSaluran(N, z, Alir)
RugiS=zeros(N,N);
for i=1:N
    for j=1:N
        Xa=imag(z(i,j));
        if Xa~=0
            RugiS(i,j)=Alir(i,j)+Alir(j,i);
        end
    end
end
end
end

```

```
function [Nbus, Beban, Cap] = DecodeBus (Bus)
X=Bus (:, 1);
Nbus=length(X);
Beban=zeros (Nbus, 7);
Cap=zeros (Nbus, 1);
for i=1:Nbus
    Beban(i, 1)=Bus(i, 1);
    Beban(i, 2)=Bus(i, 2);
    Beban(i, 3)=Bus(i, 3);
    Beban(i, 4)=Bus(i, 4);
    Beban(i, 5)=Bus(i, 5);
    Beban(i, 6)=Bus(i, 6);
    Beban(i, 7)=Bus(i, 8);
    Cap(i, 1)=Bus(i, 7);
End
```

```

function [LBeban,LTr]=DecodeDataBeban(Nbus,chrom)
global Beban;
global Tr;
global loktyp;
global len;
LBeban=zeros(Nbus,7);
for i=1:Nbus
    LBeban(i,1)=Beban(i,1);
    LBeban(i,2)=Beban(i,2);
    LBeban(i,3)=Beban(i,3);
    LBeban(i,4)=Beban(i,4);
    LBeban(i,5)=Beban(i,5);
    LBeban(i,6)=Beban(i,6);
    LBeban(i,7)=Beban(i,7);
end
LTr=zeros(Nbus,Nbus);
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        LTr(i,j)=Tr(i,j);
    end
end
for i=1:len
    bus=round(loktyp(i).bus);
    typ=round(loktyp(i).typ);
    if typ==1
        LBeban(bus,1)=chrom(i);
    elseif typ==2
        LBeban(bus,4)=chrom(i);
    elseif typ==3
        dar=round(loktyp(i).bus);
        ker=round(loktyp(i).ke);
        LTr(dar,ker)=chrom(i);
    end
end
end

```

```

function [value]=HitungObjFunc(chrom)
global Pbase;
global Nbus Cap;
global Z Lc CapSal;
global pV pPs pQs pQg;
[LEebar,LTr]=DecodeDataBeban(Nbus,chrom);
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,LTr,Ca
    p,LEebar,Pbase);
Ploss=real(Rr);
[pinPs,pinQs]=HitungPinSlack(Sg);
pinV=HitungPinV(Nbus,V);
pinQg=HitungPinQg(Sg);
value=Ploss+pV*pinV+pPs*pinPs+pQs*pinQs-pQg*pinQg;

function [pinPs,pinQs]=HitungPinSlack(Sg)
global Gen;
Ps=real(Sg(1));
Qs=-imag(Sg(1));
pinPs=0;
pinQs=0;
if Ps>Gen(1,10)
    pinPs=Ps-Gen(1,10);
end
if Ps<Gen(1,9)
    pinPs=Gen(1,9);
end
if Qs>Gen(1,3)
    pinQs=Ps-Gen(1,3);
end
if Qs<Gen(1,2)
    pinQs=Gen(1,2);
end

function [pinV]=HitungPinV(Nbus,V)
global batasV;
pinV=0;
for i=1:Nbus
    absV=real(V(i));
    if absV>batasV.max
        pinV=pinV+(absV-batasV.max);
    end
    if absV<batasV.min
        pinV=pinV+(batasV.min-absV);
    end
end

function [pinQg]=HitungPinQg(Sg)
global Beban Gen;
x=Gen(:,1);
Ngen=length(x);
pinQg=0;
for i=1:Ngen
    bus=round(Gen(i,1));
    if Beban(bus,7)==2
        Qg=-imag(Sg(bus));
        if Qg>Gen(i,3)

```

```
        pinQg=pinQg+(Qg-Gen(i,3));
    end
    if Qg<Gen(i,2)
        pinQg=pinQg+(Gen(i,2)-Qg);
    end
end
end
```

```

end
sa=round(nom);
gbest=getIndividu(len,part(sa).now);

function
    [part,gbest]=UpdateVelocity(popsize,len,batasChrom,part,gbest)
}
for i=1:popsize
    for j=1:len
        part(i).vel(j)=part(i).vel(j)+rand*(part(i).pre.chrom(j)-
        part(i).now.chrom(j))+...
            rand*(gbest.chrom(j)-part(i).now.chrom(j));
        part(i).now.chrom(j)=part(i).now.chrom(j)+part(i).vel(j);
        if part(i).now.chrom(j)>batasChrom(j).max
            part(i).now.chrom(j)=batasChrom(j).max;
        end
        if part(i).now.chrom(j)<batasChrom(j).min
            part(i).now.chrom(j)=batasChrom(j).min;
        end
    end
end

    part(i).now.chrom=UpdateChrom(len,part(i).now.chrom,batasChrom);
    part(i).now.fitness=HitungObjFunc(part(i).now.chrom);
    if part(i).now.fitness<part(i).pre.fitness
        part(i).pre=getIndividu(len,part(i).now);
    end
end
min=part(i).now.fitness;
nom=1;
for i=2:popsize
    if part(i).now.fitness<min
        min=part(i).now.fitness;
        nom=i;
    end
end
if gbest.fitness>min
    sa=round(nom);
    gbest=getIndividu(len,part(sa).now);
end
end

```

```

function [chrom]=ProPSO(maxgen,popsize,len,batasChrom)
[part,gbest]=InitParticle(popsize,len,batasChrom);
for i=1:maxgen

    [part,gbest]=UpdateVelocity(popsize,len,batasChrom,part,gbest);
    fprintf('%2.0f',i);
end
for i=1:len
    chrom(i)=gbest.chrom(i);
end

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

function [chrom]=UpdateChrom(len,chrom,batasChrom)
for i=1:len
    tmp=chrom(i)/batasChrom(i).step;
    tmp=fix(tmp);
    chrom(i)=tmp*batasChrom(i).step;
end

function [indi]=getIndividu(len,val)
for i=1:len
    indi.chrom(i)=val.chrom(i);
end
indi.fitness=val.fitness;

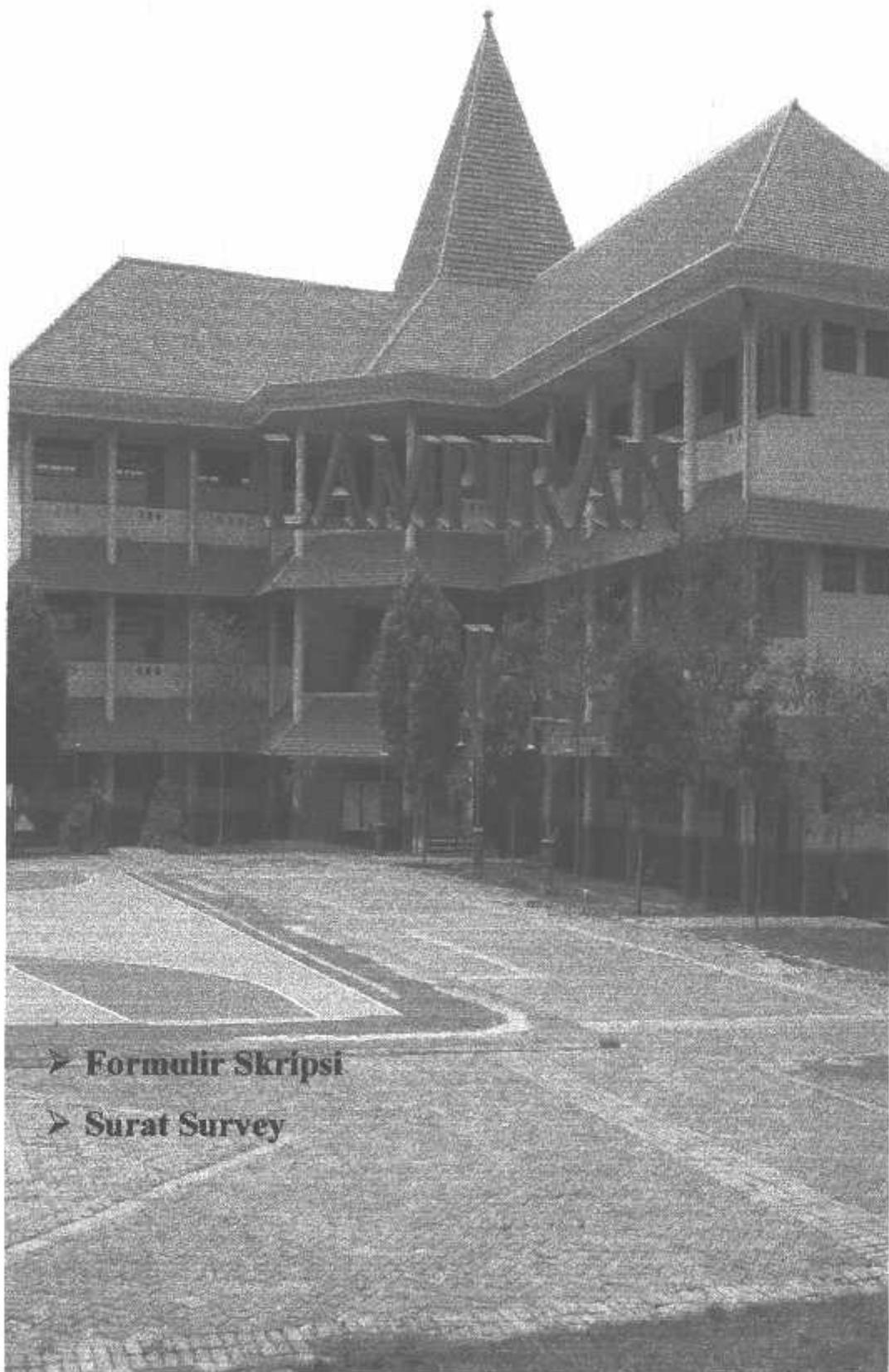
function [part]=getParticle(len,val)
part.now=getIndividu(len,val.now);
part.pre=getIndividu(len,val.pre);
for i=1:len
    part.vel(i)=val.vel(i);
end

function [part,gbest]=InitParticle(popsize,len,batasChrom)
for i=1:popsize
    for j=1:len

        part(i).now.chrom(j)=GetRandom(batasChrom(j).min,batasChrom(j).max);
        part(i).vel(j)=0;
    end

    part(i).now.chrom=UpdateChrom(len,part(i).now.chrom,batasChrom);
    part(i).now.fitness=HitungObjFunc(part(i).now.chrom);
    part(i).pre=getIndividu(len,part(i).now);
end
min=part(1).now.fitness;
nom=1;
for i=2:popsize
    if min>part(i).now.fitness
        min=part(i).now.fitness;
        nom=i;
    end
end

```



➤ **Formulir Skripsi**

➤ **Surat Survey**



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : KHARIZ SAFIRA
2. NIM : 01.12.108
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN
METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)
ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV
Sub SISTEM PAITON – BALI.

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

- Hari : Selasa
Tanggal : 4 September 2007
Dengan Nilai : 73,4 (B+) *BY*



Panitia Ujian Skripsi

Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Ir. F. Yudi Limppaptono, MT
Sekretaris

Anggota Penguji

Ir. TEGUH HERBASUKI, MT
NIP.13 890 0209

IRRINE BUDI S.ST.MT
NIP.132 314 400



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Selasa
Tanggal : 04 September 2007
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :
1. Nama : KHARIZ SAFIRA
2. NIM : 01.12.122
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV Sub SISTEM PAITON – BALI.

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Kata – kata tugas akhir harap diganti skripsi.	
2.	Seyogyanya kesimpulan harus sesuai degan tujuan.	
3.	Referensi (Daftar Pustaka).	

Anggota Penguji

Ir. Teguh Herbasuki.MT.
NIP.103 890 0209

Dosen Pembimbing I

Ir. Djojo Priatmono,MT
NIP.Y.1018500107

Dosen Pembimbing II

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y.1028700172



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Selasa
Tanggal : 04 September 2007
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :
1. Nama : KHARIZ SAFIRA
2. NIM : 01.12.122
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV Sub SISTEM PAITON – BALL.

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Tegangan sebenarnya yang benar yang mana?	
2.	Dijelaskan kenapa daya dasar 100 MVA? Kenapa tidak 10 MVA? Atau 1 MVA? Atau 1000 MVA?	
3.	Suubsebtansi untuk apa?	
4.	Kenapa bus 1 (paiton) sebagai bus referenci?	
5.	Flwocart Newton Raphson kenapa tidak ada data yang diperlukan?	
6.	R dan X juga B untuk menghitung apa?	
7.	Apa proses Newton Raphsonnya bisa jalan?	
8.	Nama gambar dan tabel dicetak tebal.	

Anggota Penguji

Irrine Budi S.ST.MT.
NIP.132 314 400

Dosen Pembimbing

Ir. Djojo Priatmono, MT
NIP.Y.1018500107

Dosen Pembimbing II

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y.1028700172



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanca tangan dibawah ini :

Nama : KHARIZ SAEIBA
NIM : 0112122
Semester : XI
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika / Teknik Energi Listrik
Alamat :

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

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

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

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

Telah direliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro

[Signature]
.....

Malang,200

Pemohon

[Signature]
.....

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

[Signature]
.....
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. P. 1039500274

Mengetahui
Dosen Wali

[Signature]
.....
8/10

Catatan :

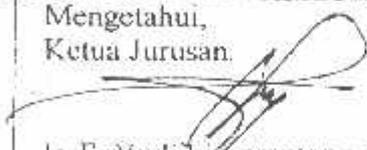
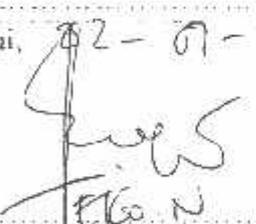
Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. IPK $3.47.5 / 133 = 2.57$
2.
3. praktikum kendali industri



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika

1	Nama Mahasiswa : <u>Fariz Sapra</u>	Nim : <u>0112122</u>
2	Waktu pengajuan	Tanggal : _____ Bulan : _____ Tahun : _____
3	Spesifikasi judul (berilah tanda silang)	
	<input checked="" type="checkbox"/> Sistem Tenaga Elektrik <input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : <u>Ir. Eko Nurcahyo - Jef</u>	Mengetahui, Ketua Jurusan.  Ir. F. Yudi Timpraptono, MT Nip. Y. 1039500274
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	<u>OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB SISTEM PATON - BALI</u>
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu
7	Catatan : Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui, Dosen <u>2 - 07 - 2006</u>  Eko N

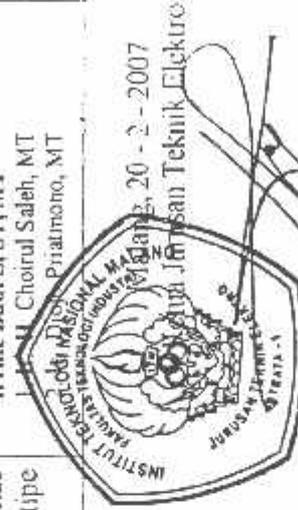
Perhatian :

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

SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN T. ELEKTRO/T. ENERGI LISTRIK S-1

Hari / Tanggal : Rabu 21 Februari 2007

NO	WAKTU	NAMA / NIM	JUDUL MAKALAH	PEMBIMBING/KELOMPOK DOSEN KEAHLIAN	RUANG
1	09.00 - 09.45	Jisrel A. Imburi 0012158	Optimasi Penjadwalan Unit Pembangkit Menggunakan Metode Interpolasi Tetangga Terdekat Pada PT. PLN Jawa Bali	Ir. H. Choirul Saleh, MT Ir. Djojo Priatmono, MT 1. Ir. H. Taufik Hidayat, MT 2. Ir. Eko Nurcahyo	Seminar Lantai I
2	09.45 - 10.30	Imung Jaguar A 0012089	Analisa Koordinasi Seving Time Relay Arus Lebih Dengan Menggunakan Teknik Random Search Pada Saluran Distribusi 20 Kv Di GI Kebon Agung	Ir. Teguh Herbasuki, MT Ir. Djojo Priatmono, MT 1. Ir. H. Choirul Saleh, MT 2. Ir. Eko Nurcahyo	
3	10.30 - 11.15	Paulus Susanto L 0012150	Optimasi daya pada pembangkit dengan metode hybrid dynamic programming dan metode fuzzy logic pada pita waduk sebrejo	Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE Irrine Rudi S, ST, MT 1. Ir. Djojo Priatmono, MT 2. Ir. Eko Nurcahyo	
4	11.15 - 12.00	Khairi Safira 0112122	Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Algoritma Pada Saluran Transmisi 150 Kv Sub Sistem Patihon-Bali	Ir. Djojo Priatmono, MT Ir. Eko Nurcahyo 1. Ir. H. Taufik Hidayat, MT 2. Ir. H. Choirul Saleh, MT	
5	12.00 - 12.45	Vinsensio Somado VL 0012149	Optimasi Rekonfigurasi Sistem Distribusi Radial Menggunakan Metode Minimax Games With Depth First Search Algoritma	Ir. H. Taufik Hidayat, MT Ir. Djojo Priatmono, MT 1. Ir. H. Choirul Saleh, MT 2. Ir. Eko Nurcahyo	
6	12.45 - 13.30	Rafi Mulanda 0112001	Penggunaan metode kruskal evolutionary untuk menentukan letak dan kapasitas kapasitor pada jaringan distribusi primer tipe radial di penyulang raja kula bali	Ir. H. Taufik Hidayat, MT Irrine Budi S, ST, MT 1. Ir. H. Choirul Saleh, MT 2. Ir. Djojo Priatmono, MT	



Catatan

Pada saat seminar pembawa makalah baru ini
pakaian hitam putih berdisti tidak boleh pakai seperti olah raga

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

84



Malang, 26 januari 2007

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing I**

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

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Khariz safira
Nim : 01.12.122
Semester : XI
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

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

**OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM
PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV sub SISTEM PAITON -
BALI**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Ir.F.Yudi Limpraptono.MT *34*
Nip.P.1039500274

Malang, 26 januari 2007

Pemohon,


Khariz safira
Nim : 01.12.122

Form S-3a



Malang, 26 Januari 2007

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing II**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Eko Nur Cahyo
Dosen Jurusan Elektro/ T. Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Khariz safira
Nim : 01.12.122
Semester : XI
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

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

**OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM
PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV sub SISTEM PAITON -
BALI**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Malang, 26 Januari 2007

Pemohon,


Ir. F. Yudi Lirpraptono, MT
Nip. P. 1039500274


Khariz safira
Nim : 01.12.122

Form S-3a



PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

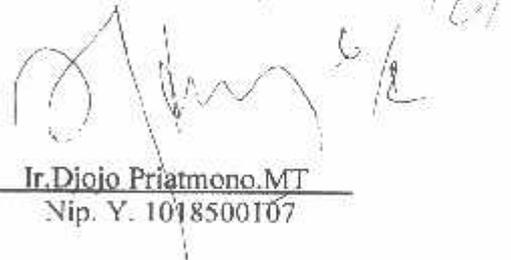
Nama : Khariz safira
Nim : 01.12.122
Semester : XI
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) , untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV sub SISTEM PAITON - BALI

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 26 Januari 2007
Yang Membuat Pernyataan,



Ir. Djojo Priatmono, MT
Nip. Y. 1018500107

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. *) Coret yang tidak perlu



PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Khariz safira
Nim : 01.12.122
Semester : XI
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) , untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

**OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITHM
PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV sub SISTEM PAITON -
BALI**

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 26 Januari 2007
Yang Membuat Pernyataan,



Ir. Eko Nur Cahyo
Nip. / Y. 102.870.072

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. *) Coret yang tidak perlu



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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-126/LTA/2/07 Malang, 01 Maret 2007
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. **DJOJO PRIATMONO, MT**
Dosen Pembimbing
Jurusan T. Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : KHARIZ SAFIRA
Nim : 0112122
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : T. Energi Listrik

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

21 Februari 2007 s/d 21 Agustus 2007

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



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

Nomor : ITN-127/ITA/2/07
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Malang, 01 Maret 2007

Kepada : Yth. Sdr. Ir. **EKO NURCAHYO**
Dosen Pembimbing
Jurusan T. Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : KHARIZ SAFIRA
Nim : 0112122
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : T. Energi Listrik

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

21 Februari 2007 s/d 21 Agustus 2007

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1
Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan terima kasih.



Direktur Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

- Tembusan Kepada Yth:
1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
 2. Arsip

Form S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : KHARIZ SAFIRA
NIM : 01.12.122
Masa Bimbingan : 21 FEBRUARI 2007 s.d 21 AGUSTUS 2007
Judul Skripsi : OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITM
PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB SISTEM PAITON-
BALI

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.		Konsultasi Bab I, II	
2.		Ace Bab I, II, konsultasi Bab III	
3.		Ace. Bab III	
4.		Konsultasi Bab IV, V	
5.		Revisi Bab IV, V	
6.		Revisi Bab IV, V, Ace Bab IV, V	
7.		Ace. skripsi	
8.			
9.			
10.			

Malang, 2007
Dosen Pembimbing I,

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

Form.S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : KHARIZ SAFIRA
NIM : 01.12.122
Masa Bimbingan : 21 FEBRUARI 2007 s.d 21 AGUSTUS 2007
Judul Skripsi : OPTIMASI DAYA REAKTIF MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) ALGORITM PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB SISTEM PAITON-BALI

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.		Konsultasi Bab I, II, III	
2.		Revisi Bab I, II, III	
3.		Ace Bab I, II, III	
4.		Konsultasi Bab IV, V	
5.		Revisi Bab IV, V	
6.		Revisi Bab IV, V, Ace Bab IV, V	
7.		Ace Seminar Hasil	
8.			
9.			
10.		Ace Skripsi	

Malang, 2007
Dosen Pembimbing II,

Ir. EKO NURCAHYO
NIP. Y. 102 8700 72



PT PLN (PERSERO)
PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI
REGION JAWA TIMUR & BALI

Jalan Suningrat No. 45 Taman Sidoarjo 61257

Telepon : (031) 7882113, 7882114

Kotak Pos : 4119 SBS

Facsimile : (031) 7882578, 7881024

E-mail : region4@pln-jawa-bali.co.id

Website : www.pln-jawa-bali.co.id

Nomor : 159/1330/RJT/2007
Surat Sdr. No. : ITN-1293/III.TA-2/2/07
Lampiran : 1 (satu) lampiran.
Perihal : Ijin Survey / Pengambilan Data.

25 JUL 2007

Kepada Yth

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
DI
MALANG

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-1293/III.TA-2/2/07 tanggal 29 Mei 2007 perihal : Survey / Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

➤ **Khariz Safira**

Nim : 01.12.122

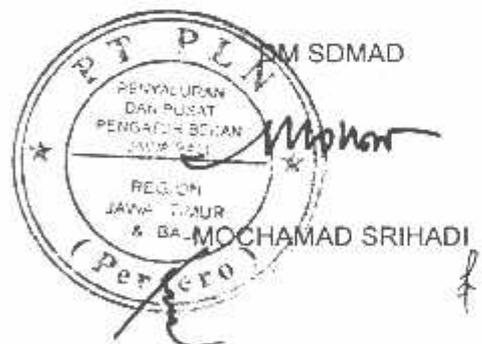
Untuk melakukan Pengambilan Data pada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali Bidang Operasi, dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas supaya mengisi dan menanda tangani Surat Pernyataan 1 (satu) lembar bermeterai Rp. 6.000,-
2. Mahasiswa yang bersangkutan agar mematuhi peraturan/ketentuan yang berlaku di PT. PLN (PERSERO) sehingga faktor-faktor kerahasiaan harus benar-benar diutamakan.
3. Semua biaya perjalanan, penginapan, makan dan lain sebagainya tidak menjadi tanggungan PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali.
4. Buku Laporan Kerja Praktek Mahasiswa tersebut agar dikirimkan kepada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali 1 (satu) buah.
5. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali Cq. Bidang SDM & ADMINISTRASI.

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.

Tembusan Yth. :

1. MBSDM PLN P3B JB.
2. DM Operasi PLN P3B RJTB.
3. Sdr. Khariz Safira



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : KHARIZ SAFIRA
Pria/ Wanita : Pria
Tempat / Tanggal lahir : Malang 22 Mei 1982
Alamat / No. telepon : Jl. Suruji / II / 57 KEPANJEN - MALANG
No. telp. 0241 398910
Pekerjaan : MAHASISWA

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

1. Saya bersedia dan setuju menanggung semua akibat yang ditimbulkan karena kesalahan maupun kelalaian saya dan semua akibat lainnya yang terjadi pada instalasi peralatan milik PLN selama melakukan Training/ Praktek Kerja/ Riset pada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, yang telah mendapat ijin dari PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
2. Saya atas peringatan pertama akan membayar sepenuhnya, semua biaya yang langsung menimbulkan kerugian atau kecelakaan , karena kelalaian saya ;
3. Saya akan segera mematuhi semua petunjuk –petunjuk yang diberikan oleh Petugas PT PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
4. Saya sanggup tidak membocorkan hal – hal yang bersifat rahasia perusahaan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali dan bahan yang saya peroleh dalam Training/ Praktek Kerja/ Riset, dan tidak saya pergunakan untuk hal – hal yang dapat merugikan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali
5. Saya sanggup menanggung sendiri segala sesuatu untuk keperluan Training/ Praktek Kerja/ Riset termasuk biaya perjalanan , penginapan makan dan sebagainya ;
6. Saya sanggup menyerahkan 1 (satu) buah buku laporan Training/ Praktek Kerja/ Riset kepada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, setelah saya presentasikan kepada Manager Bidang SDMAD PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali mengenai tugas Training/ Praktek Kerja/ Riset.
7. Saya tunduk dan akan mentaati semua peraturan yang berlaku di PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, dan saya sanggup tidak meninggalkan tugas kedinasan selama Training/ Praktek Kerja/ Riset.

Surabaya,
Yang membuat pernyataan

