

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



**ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN
DISTRIBUSI UNTUK KESEIMBANGAN BEBAN
MENGUNAKAN METODE BINARY PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION**

SKRIPSI

**Disusun Oleh :
GIRI SUDIARTO
NIM : 98.12.040**



SEPTEMBER 2006

ORGANISASI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
TEKNOLOGI DAN INOVASI
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INOVASI
KEMERIAAN REPUBLIK INDONESIA

INSTRUKSI TENTANG
PENYUSUNAN DAN PELAKSANAAN
KEMERIAAN REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INOVASI

10/01/2023

10/01/2023
10/01/2023 : 10/01/2023

10/01/2023

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

GIRI SUDIARTO
98.12.040

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro (S-1)

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing



J. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y.103 95 00274

Ir. H Taufik Hidayat, MT
NIP.Y.101 87 00151

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

ABSTRAKSI

ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

(Giri Sudiarto, Nim. 98.12.040, Teknik Elektro / T. Energi Listrik)
(Dosen Pembimbing : Ir. H Taufik Hidayat, MT.)

Kata Kunci : Jaringan Distribusi, Rekonfigurasi, *Binary Particle Swarm Optimization*, Keseimbangan Beban

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke pusat-pusat beban atau konsumen. Permasalahan yang harus dihadapi jaringan distribusi adalah bagaimana menyalurkan daya yang baik pada saat tertentu maupun di masa yang akan datang. Kelemahan sistem distribusi yang hampir semuanya menggunakan sistem distribusi radial adalah sulitnya memenuhi aspek teknis. Hal ini karena lokasi beban dan variasi dari kerapatan beban yang menyebabkan tingginya rugi-rugi daya, jatuh tegangan pada saat proses penyaluran dan terjadinya ketidakseimbangan beban.

Skripsi ini mempresentasikan cara yang efektif dalam rekonfigurasi jaringan untuk menjaga keseimbangan beban sehingga akan didapatkan rugi-rugi daya yang minimum menggunakan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) untuk memecahkan masalah secara *multiobjektif* dengan pengaturan keadaan *switch normally open/normally closed* yang optimal.

Dari hasil rekonfigurasi jaringan distribusi pada penyulang-penyulang keluaran dari Trafo II Gardu Induk Blimbing Malang menggunakan metode BPSO diperoleh hasil sebagai berikut: pada kondisi sebelum dilakukan rekonfigurasi status *switch* dalam keadaan *open* adalah *switch* 23, 24, 25 dan 26 dan pada kondisi setelah dilakukan rekonfigurasi status *switch* dalam keadaan *open* adalah *switch* 3, 4, 24, dan 13, rugi-rugi daya sebelum dilakukan rekonfigurasi jaringan adalah sebesar $0.193 + j0.295$ MVA dan setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan rugi-rugi daya menjadi $0.165 + j0.252$ MVA atau turun sebesar $0.028 + j0.043$ MVA (14,51 %), nilai tegangan terendah sebelum rekonfigurasi sebesar 0,96445 pu yang terdapat pada bus 7, sedangkan setelah dilakukan rekonfigurasi nilai tegangan terendah sebesar 0.96975 pu pada bus 7

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT , atas Karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul :

“ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION”

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi program strata satu (S-1) jurusan Teknik Elektro/Program Studi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Sebelum dan selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu Ir. Mimien Mustikawati, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak H. Ir. Taufik Hidayat, MT, selaku dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak dan Ibu dosen jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.
7. Teman-teman Teknik Elektro Energi Listrik, terima kasih atas bantuan kalian semua. Serta semua pihak yang turut membantu penyusun menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya akan segala kekurangan yang ada dalam penyusunan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga dalam skripsi ini dapat membantu serta bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.

Malang, September 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISRIK.....	5
2.1 Sistem Distribusi.....	5
2.2.1. Struktur Jaringan Radial.....	6
2.2.2. Struktur Jaringan Loop	7
2.2.3. Struktur Jaringan Grid atau Mesh.....	8
2.3. Macam-macam Struktur Jaringan Distribusi Radial	9

2.4.	Daya Sistem Distribusi	12
2.4.1.	Daya Nyata (<i>Real Power</i>)	12
2.4.2.	Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>).....	12
2.4.3.	Daya Kompleks (<i>Compleks Power</i>).....	13
2.5.	Sistem Per-Unit	13
2.6.	Beban Sistem Distribusi	16
2.7.	Rugi-rugi Jaringan	16
2.8.	Peralatan Hubung Pada Jaringan Distribusi.....	17
BAB III	METODE REKONFIGURASI.....	20
3.1.	Analisis Aliran Daya.....	20
3.1.1.	Tujuan	20
3.1.2.	Klasifikasi Bus.....	21
3.1.3.	Pembentukan Matrik Admitansi Simpul.....	22
3.1.4.	Penyelesaian Aliran Daya	23
3.1.5.	Metode Newton Raphson.....	25
3.2.	Metode Rekonfigurasi Jaringan.....	30
3.2.1.	Metode Rekonfigurasi Menggunakan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO).....	32
3.3.	Metode Particle Swarm Optimization	32
3.3.1.	Binary Particle Swarm Optimization.....	35
3.3.2.	Penerapan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO).....	37

BAB IV ANALISIS DAN HASIL PROGRAM REKONFIGURASI

JARINGAN DISTRIBUSI	38
4.1. Program Komputer Metode Rekonfigurasi Jaringan.....	38
4.2. Algoritma Program	38
4.2.1. Flowchart Program	39
4.2.2. Algoritma Program Aliran Daya Metode Newton Raphson.....	40
4.2.3. <i>Flowchart</i> Perhitungan Aliran Daya Metode Newton Rapshon.....	41
4.2.4. Algoritma program metode BPSO	42
4.2.5. <i>Flowchart</i> BPSO.....	43
4.3. Data Jaringan	44
4.4. Analisis Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi	47
4.4.1 Perhitungan Beban Tiap Penyulang Pada Kondisi Awal.....	49
4.5. Analisis Rekonfigurasi Jaringan	51
4.5.1. Analisis Perhitungan Rekonfigurasi Jaringan	52
4.5.2. Perhitungan Beban Tiap Penyulang Pada Kondisi Setelah Rekonfigurasi	56
4.6. Perbandingan Kondisi Pembebanan Tiap Penyulang, Besar Tegangan di Setiap Bus dan Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi	58
4.6.1. Hasil Perhitungan Kondisi Pembebanan Tiap Penyulang.....	58
4.6.2. Hasil Perhitungan Tegangan dan Sudut Fasa.....	58

4.6.3. Perbandingan Tingkat Rugi-rugi Daya	59
4.7. Tampilan Program	61
BAB V PENUTUP.....	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Gardu Induk yang dihubungkan melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) hingga ke Pelanggan.....	6
Gambar 2.2. Sistem Jaringan Radial.....	7
Gambar 2.3. Struktur Jaringan Loop.....	8
Gambar 2.4. Struktur Jaringan Mesh	8
Gambar 2-5. Sistem Jaringan Distribusi Radial Dengan <i>Tie</i> dan <i>Switch</i> Pemisah.....	10
Gambar 2-6. Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat	11
Gambar 2-7. Jaringan Distribusi Radial Dengan Phase Area	12
Gambar 2.8. Rugi-rugi Pada Bagian Sistem Tenaga	17
Gambar 3.1. Diagram Skematik Tipe (a) NC <i>switch</i> dan (b) NO <i>switch</i>	31
Gambar 3.2. Jaringan Distribusi.....	32
Gambar 3.3. Fungsi Sigmoid	36
Gambar 4.1. Konfigurasi Jaringan Radial dari <i>Single Line</i> Diagram GI Blimbing Malang (Kondisi awal)	45
Gambar 4.2. Konfigurasi Jaringan dengan Penutupan <i>Tie Switch</i> Sebelum Dilakukan Rekonfigurasi	52
Gambar 4.3. Kondisi Jaringan Setelah Rekonfigurasi.....	53
Gambar 4.4. Tampilan Menu Utama	61
Gambar 4.5. Tampilan Input Data General GI Blimbing	61
Gambar 4.6. Tampilan Data Bus.....	62
Gambar 4.7. Tampilan Data Saluran	62

Gambar 4.8. Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya tiap-tiap Bus (Sebelum Rekonfigurasi).....	63
Gambar 4.9. Tampilan Hasil Perhitungan Daya Pembangkitan , Pembebanan dan Rugi Daya (Sebelum Rekonfigurasi)	63
Gambar 4.10. Tampilan Parameter BPSO	64
Gambar 4.11. Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan Dan Daya tiap-tiap Bus (Setelah Rekonfigurasi)	64
Gambar 4.12. Hasil Perhitungan Daya Pembangkitan, Pembebanan Dan Rugi Daya (Setelah Rekonfigurasi)	65
Gambar 4.13 Hasil Posisi <i>Open Switch</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Hasil Perhitungan Daya dan Impedansi Saluran Jaringan Distribusi GI Blimbing Malang.....	46
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi	47
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya Sebelum Rekonfigurasi	48
Tabel 4.4	Perhitungan Beban Pada Saat Terjadi Pengalihan Beban Sebelum Rekonfigurasi	51
Tabel 4.5	Hasil Kombinasi Optimal <i>Switch</i>	54
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya Setelah Rekonfigurasi.....	55
Tabel 4.8	Perhitungan Beban Pada Saat Terjadi Pengalihan Beban Setelah Rekonfigurasi	57
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Kondisi Pembebanan Tiap Penyulang Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi.....	58

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Grafik Hasil Pembangkitan , Pembebanan dan Rugi-rugi Daya Sebelum Rekonfigurasi	48
Grafik 4.2.	Grafik Hasil Pembangkitan , Pembebanan dan Rugi-rugi Daya Setelah Rekonfigurasi	55
Grafik 4.3.	Grafik Perbandingan Tegangan Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi	59
Grafik 4.4.	Grafik Perbandingan Total Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang cepat memberikan dampak yang cukup besar pada kebutuhan dan konsumsi masyarakat terhadap energi listrik. Keadaan tersebut berpengaruh pada pola dan sistem penyediaan energi listrik, terutama pada sisi penyediaan tenaga dan pengaturan pendistribusian energi listrik agar didapat suatu sistem yang baik.

Dari penjelasan di atas, produsen energi listrik harus benar-benar memperhatikan dan mengusahakan penyaluran energi listrik yang baik kepada konsumen mulai dari sistem transmisi sampai pada sistem distribusi. Lebih ditekankan dalam hal ini adalah sistem distribusi karena akan berhubungan langsung dengan konsumen.

Sistem distribusi merupakan sistem penyaluran energi listrik yang paling dekat dengan konsumen, masalah yang timbul dalam sistem distribusi akan sangat mempengaruhi kualitas energi listrik yang sampai ke konsumen. Masalah tersebut antara lain rugi-rugi daya. Dalam skripsi ini akan dicoba untuk mengatasi permasalahan di atas dengan mengatur ulang konfigurasi (rekonfigurasi) jaringan distribusi dengan metode pengaturan tertentu melalui pengaturan membuka dan menutup pemutus daya (*switch*) pada jaringan distribusi sehingga didapat rugi-rugi daya sistem distribusi yang minimum.

Rekonfigurasi pada skripsi ini berdasarkan metode *Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)*. Metode ini menyelesaikan masalah dengan menentukan letak *switch* yang optimal pada jaringan distribusi agar menghasilkan rugi-rugi daya sistem distribusi yang minimum.

1.2. Rumusan Masalah

Pada sistem distribusi yang besar dan kompleks, serta dengan semakin bertambahnya beban pada jaringan distribusi akan timbul masalah di dalam menentukan penyulang maupun trafo mana yang akan dipakai untuk menyalurkan energi listrik secara radial agar sistem tetap seimbang dan rugi-rugi daya pada sistem dapat diminimalkan.

Pada skripsi ini akan dikaji bagaimana cara mereduksi rugi-rugi daya pada sistem distribusi dengan mengatur ulang status dari NO *switch* dan NC *switch* pada jaringan distribusi dengan metode BPSO sehingga dapat meminimalkan rugi-rugi daya pada sistem distribusi.

Dari permasalahan di atas maka judul yang diangkat adalah “Analisis Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Keseimbangan Beban Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization”.

1.3. Tujuan

Tujuan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk merekonfigurasi jaringan dengan cara mengubah status *switch*.
2. Untuk mereduksi rugi-rugi daya pada sistem distribusi.

3. Untuk memperbaiki profil tegangan.
4. Dalam penentuan kombinasi *switching* harus memperhatikan dalam segi teknis apabila terjadi pemutusan *switch* pada pangkal penyulang.

1.4. Batasan Masalah

1. Koordinasi pengaman dan penyebab terjadinya gangguan tidak dibahas.
2. Cara pengontrolan secara elektronis tidak dibahas.
3. Beban diasumsikan sebagai beban tiga fasa seimbang.
4. Hanya membahas rugi-rugi daya.
5. Metode studi aliran daya yang digunakan adalah *Newton Rapshon*.
6. Hanya menggunakan jaringan radial.
7. Data dan acuan diambil dari PT. PLN (Persero) Distribusi Jatim pada keluaran trafo II GI Blimbing.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Studi literatur

Diperlukan untuk mempelajari teori dan kajian ilmiah yang berhubungan dengan pembahasan masalah.

2. Studi lapangan

Dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dari obyek penelitian yaitu PT. PLN dengan berpedoman pada teori yang diperoleh dari studi literatur.

3. Analisa data

Dilakukan untuk mengkaji data-data yang diperoleh secara ilmiah sehingga dapat diketahui perbandingannya.

BAB II

SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISRIK

2.1. Sistem Distribusi ^[1]

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berperan dalam mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk (GI) sampai ke konsumen.

Sistem distribusi dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu:

1. Jaringan Distribusi Primer (Jaringan Tegangan Menengah)

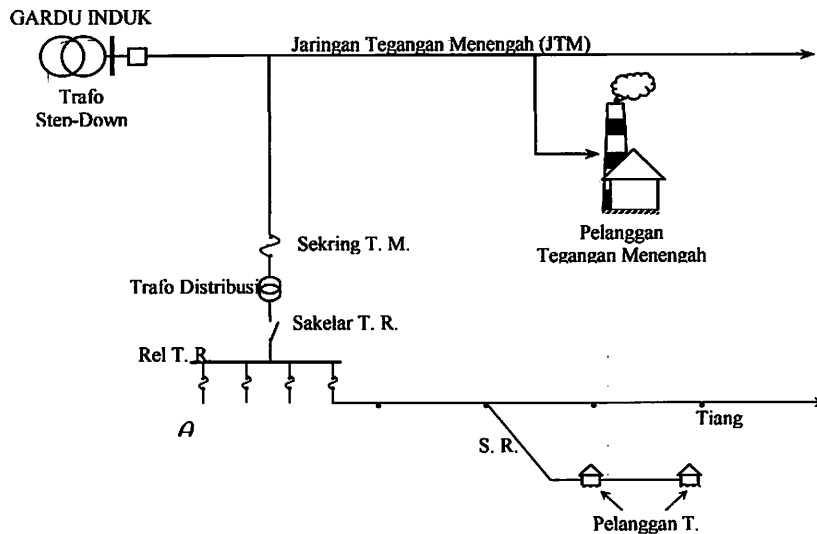
Jaringan distribusi primer merupakan sistem tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik antara Gardu Induk sampai Gardu Distribusi dengan tegangan 20 kV atau 6 kV.

2. Jaringan Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

Jaringan distribusi sekunder merupakan jaringan tegangan listrik yang menyalurkan energi listrik antara Gardu Distribusi sampai ke konsumen dengan tegangan 110 atau 220 Volt.

Secara garis besar jaringan distribusi diklasifikasikan menjadi:

1. Struktur Jaringan Radial.
2. Struktur Jaringan *Loop* (Lingkaran).
3. Struktur Jaringan *Grid* atau *Mesh*

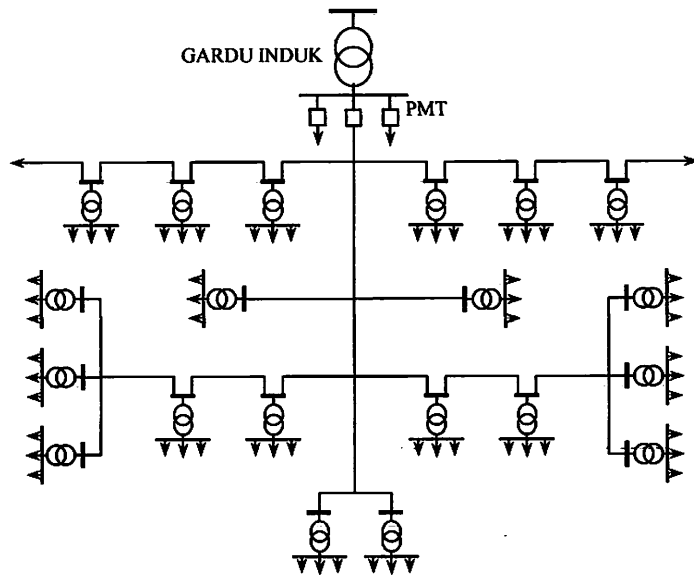


Keterangan : T. M. = Tegangan Menengah
 T. R. = Tegangan Rendah
 S. R. = Sambungan Rumah

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

2.2.1. Struktur Jaringan Radial ^[2]

Struktur jaringan radial merupakan struktur jaringan yang paling sederhana dan paling murah biaya pembangunannya. Struktur jaringan ini dalam menyalurkan energi listrik, keandalannya kurang. Suatu gangguan pada penyulang dapat mengakibatkan gangguan dalam penyaluran energi listrik ke konsumen yang berada di belakang titik gangguan.

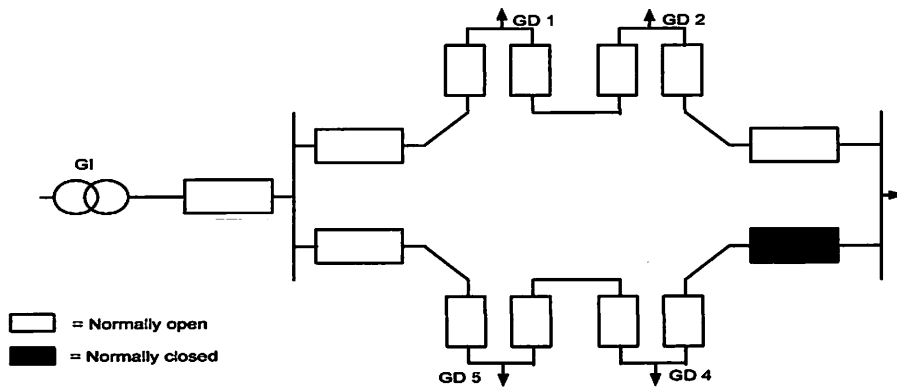


Gambar 2-2. Sistem Jaringan Distribusi Radial ^[2]

2.2.2. Struktur Jaringan Loop

^[2]

Struktur jaringan *loop* merupakan gabungan dari dua struktur jaringan radial, dimana pada ujung kedua jaringan dipasang sebuah pemutus atau pemisah. Pada saat terjadi gangguan, setelah gangguan dapat diisolir, maka pemutus atau pemisah ditutup sehingga aliran daya listrik ke bagian yang tidak terkena gangguan tidak berhenti. Dalam kondisi normal, jaringan ini merupakan dua struktur jaringan radial. Struktur jaringan ini mempunyai keandalan yang cukup, sehingga biaya pembangunannya lebih mahal dibandingkan dengan biaya struktur jaringan radial.

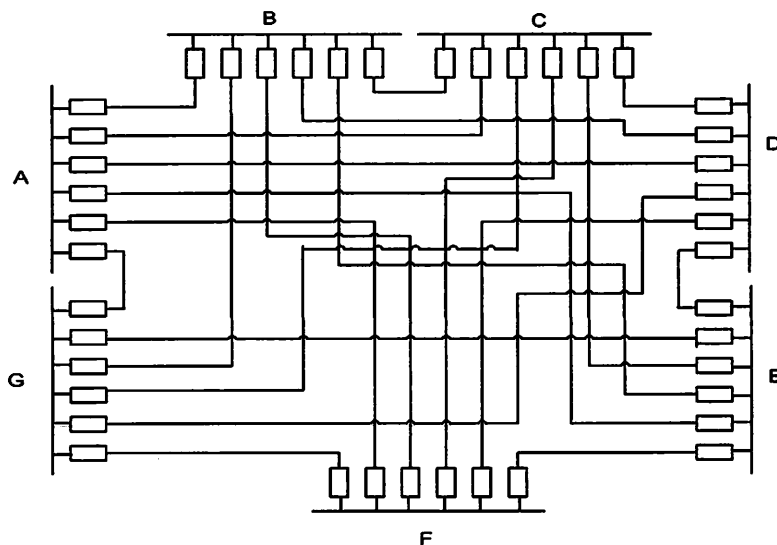


Gambar 2.3 Struktur Jaringan Loop ^[2]

2.2.3. Struktur Jaringan Grid atau Mesh

^[2]

Struktur jaringan ini merupakan kombinasi antara struktur jaringan radial dengan struktur jaringan *loop*. Titik beban memiliki lebih banyak alternatif penyulang, sehingga bila salah satu penyulang terganggu maka dengan segera dapat digantikan oleh penyulang yang lain, dengan demikian kontinuitas penyaluran daya dapat terjamin.



Gambar 2.4 Struktur Jaringan Mesh ^[2]

2.3. Macam-macam Struktur Jaringan Distribusi Radial

Tipe jaringan ini merupakan bentuk dasar, susunan maupun kebutuhan alat-alat penunjang paling sedikit dan paling sederhana. Tipe ini paling banyak digunakan untuk melayani konsumen terutama beban-beban rumah tangga yang tidak menuntut tingkat kontinuitas pelayanan yang tinggi. Sumber daya pada tipe ini hanya dari satu titik.

Salurannya dicabang-cabang menuju ke titik-titik beban, dan antara titik sumber dengan titik beban hanya ada satu pilihan. Dengan demikian bila salah satu saluran cabang mengalami gangguan maka seluruh beban yang ada di saluran tersebut akan mengalami pemadaman total.

Jaringan distribusi tipe radial mempunyai beberapa keuntungan dan kelemahan sebagai berikut:

Keuntungan jaringan radial :

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

Kerugian jaringan radial :

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

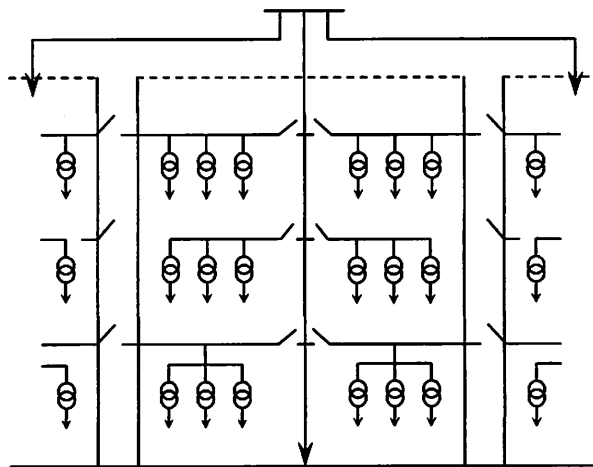
Jaringan radial ini dalam perkembangannya mengalami beberapa bentuk modifikasi sehingga dikenal beberapa macam jaringan distribusi radial, yaitu:

1. Sistem radial pohon.

Sistem radial jaringan pohon ini merupakan bentuk yang paling dasar dari sistem jaringan radial. Saluran utama (*main feeder*) ditarik dari suatu Gardu Induk sesuai dengan kebutuhan kemudian dicabangkan melalui saluran cabang (*lateral feeder*), selanjutnya dicabangkan lagi melalui saluran anak cabang (*sub lateral feeder*). Ukuran dari masing-masing saluran tergantung dari besar arus yang ditanggung. Dari gambar 2-2, *main feeder* merupakan saluran yang dialiri arus terbesar, selanjutnya arus mengecil pada setiap cabang dari besarnya beban.

2. Sistem radial dengan *tie* dan *switch* pemisah

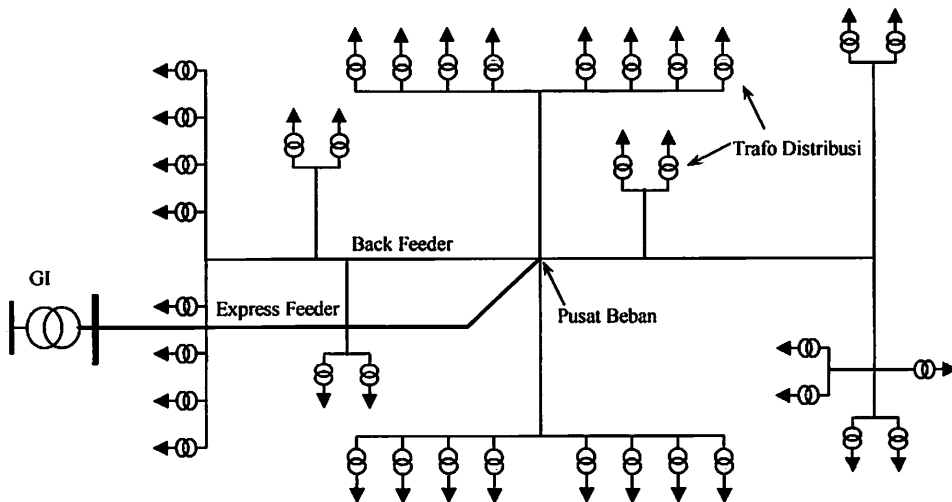
Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem radial pohon, untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadi gangguan maka *feeder* yang terganggu akan dilokalisir sedangkan area yang semula dilayani *feeder* tersebut pelayanannya dialihkan pada *feeder* yang sehat atau yang tidak terganggu. Sistem radial dengan *Tie* dan *Switch* pemisah dapat dilihat pada gambar 2-5.



Gambar 2-5. Sistem Jaringan Distribusi Radial Dengan *Tie* dan *Switch* Pemisah ^[9]

3. Sistem radial dengan pusat beban.

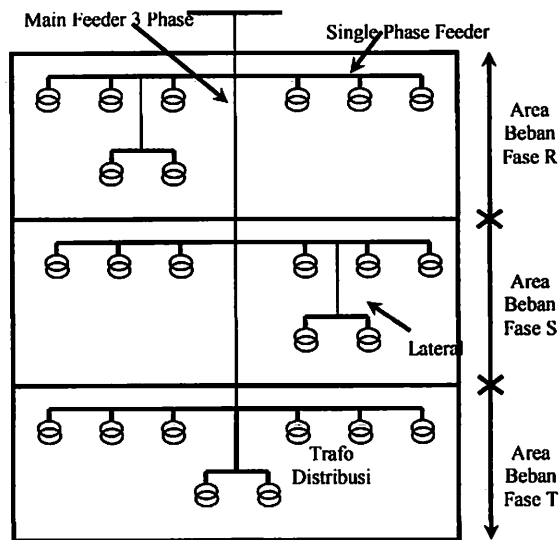
Bentuk dari sistem ini mensuplai daya dengan menggunakan *main feeder* yang disebut *express feeder* langsung ke pusat beban, dan dari titik pusat beban ini disebut dengan menggunakan *back feeder* secara radial seperti terlihat pada gambar 2-6.



Gambar 2-6. Jaringan Radial Dengan Beban Terpusat ^[9]

4. Sistem radial dengan pembagian daerah fasa (*Phase Area*).

Pada bentuk ini masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini dapat menimbulkan kondisi sistem tiga fasa yang tidak seimbang (simetris), bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagian bebannya. Contoh dari sistem jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2-7.



Gambar 2-7. Jaringan Distribusi Radial Dengan Phase Area^[9]

2.4. Daya Sistem Distribusi^[2]

Daya merupakan banyaknya perubahan energi terhadap waktu dalam bentuk tegangan dan arus.

2.4.1. Daya Nyata (*Real Power*)

Daya nyata dinyatakan dalam persamaan :

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

Daya nyata untuk beban 3 fasa seimbang :

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

2.4.2. Daya Reaktif (*Reactive Power*)

Daya reaktif dinyatakan dalam persamaan :

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

Daya reaktif untuk beban 3 fasa seimbang :

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

2.4.3. Daya Kompleks (*Compleks Power*)

Daya kompleks dinyatakan dalam persamaan :

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

Daya kompleks untuk beban 3 fasa seimbang :

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

Persamaan (2.2), (2.4), (2.6) di atas berlaku tanpa memandang beban dihubungkan secara segi tiga (Δ) atau bintang (Y).

2.5. Sistem Per-Unit ^[3]

Sistem tenaga listrik dioperasikan pada tingkat tegangan di mana kilovolt merupakan unit yang sangat memudahkan untuk menyatakan tegangan. Karena besarnya daya yang harus disalurkan, kilowatt atau megawatt dan kilovolt-ampere atau megavolt-ampere adalah istilah-istilah yang sudah biasa dipakai. Tetapi, kuantitas-kuantitas tersebut di atas bersama-sama dengan ampere dan ohm sering juga dinyatakan sebagai suatu persentase atau per unit dari suatu nilai dasar atau referensi yang ditentukan untuk masing-masing. Definisi nilai per unit untuk suatu kuantitas ialah perbandingan kuantitas tersebut terhadap nilai dasarnya yang dinyatakan dalam desimal.

Tegangan, arus, kilovoltampere dan impedansi mempunyai hubungan sedemikian rupa sehingga pemilihan nilai dasar untuk dua saja dari kuantitas-kuantitas tersebut sudah dengan sendirinya menentukan nilai dasar untuk kedua kuantitas yang lainnya. Jika nilai dasar dari arus dan tegangan sudah dipilih, maka nilai dasar dari impedansi dan kilovoltampere dapat ditentukan. Impedansi dasar

adalah impedansi yang akan menimbulkan jatuh tegangan (*volt drop*) padanya sendiri sebesar tegangan dasar, jika arus yang mengalirinya sama dengan arus dasar. Kilovoltampere dasar pada sistem fasa tunggal adalah hasil perkalian dari tegangan dasar dalam kilovolt dan arus dasar dalam ampere. Biasanya megavoltampere dasar dan tegangan dasar dalam kilovolt adalah kuantitas yang dipilih untuk menentukan dasar atau referensi. Jadi untuk sistem fasa tunggal atau sistem tiga fasa di mana istilah arus berarti arus saluran, istilah tegangan berarti tegangan ke netral, dan istilah kilovoltampere berarti kilovoltampere per fasa, berlaku rumus-rumus berikut ini untuk hubungan bermacam-macam kuantitas :

$$\text{Arus dasar} = \frac{\text{dasar kVA}_{1\phi}}{\text{tegangan dasar, kV}_{LN}} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{\text{tegangan dasar, V}_{LN}}{\text{ arus dasar, A}} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{tegangan dasar, kV}_{LN})^2 \times 1000}{\text{dasar kVA}_{1\phi}} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{tegangan dasar, kV}_{LN})^2}{\text{dasar MVA}_{1\phi}} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Daya dasar, kW}_{1\phi} = \text{dasar kVA}_{1\phi} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Daya dasar, MW}_{1\phi} = \text{dasar MVA}_{1\phi} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Impedansi per unit suatu elemen rangkaian} = \frac{\text{impedansi sebenarnya, } \Omega}{\text{impedansi dasar, } \Omega} \quad (2.13)$$

Dalam persamaan di atas, subkrip 1ϕ dan LN berturut-turut menunjukkan "per fasa" dan "saluran ke netral", untuk persamaan-persamaan yang berlaku bagi rangkaian tiga fasa. Jika persamaan-persamaan itu dipakai untuk rangkaian berfasa tunggal, kV_{LN} berarti tegangan pada saluran berfasa tunggal atau tegangan saluran ke tanah jika salah satu salurannya di ketanahkan.

Impedansi dasar dan arus dasar dapat langsung dihitung dari nilai-nilai tiga dasar untuk kilovolt dasar dan kilovoltampere dasar. Jika kita mengartikan bahwa kilovoltampere dasar dan tegangan dasar dalam kilovolt berturut-turut sama dengan kilovoltampere dasar untuk total tiga fasa dan tegangan dasar antar saluran maka kita peroleh :

$$\text{Arus dasar} = \frac{\text{dasar } kVA_{3\phi}}{\sqrt{3} \times \text{tegangan dasar, } kV_{LL}} \dots\dots\dots(2.14)$$

dan dari persamaan (2.9)

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{tegangan dasar, } kV_{LL}/\sqrt{3})^2 \times 1000}{\text{dasar } kVA_{3\phi} / 3 \text{ dasar}} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{tegangan dasar, } kV_{LL})^2 \times 1000}{\text{dasar } kVA_{3\phi} \text{ dasar}} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{tegangan dasar, } kV_{LL})^2}{\text{dasar } MVA_{3\phi} \text{ dasar}} \dots\dots\dots (2.16)$$

2.6. Beban Sistem Distribusi ^[2]

Secara garis besar beban dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu:

1. Beban Perumahan (Rumah Tangga).

Beban rumah tangga pada umumnya berupa penerangan, kipas angin, alat-alat rumah tangga, dan lain-lain.

2. Beban Komersial.

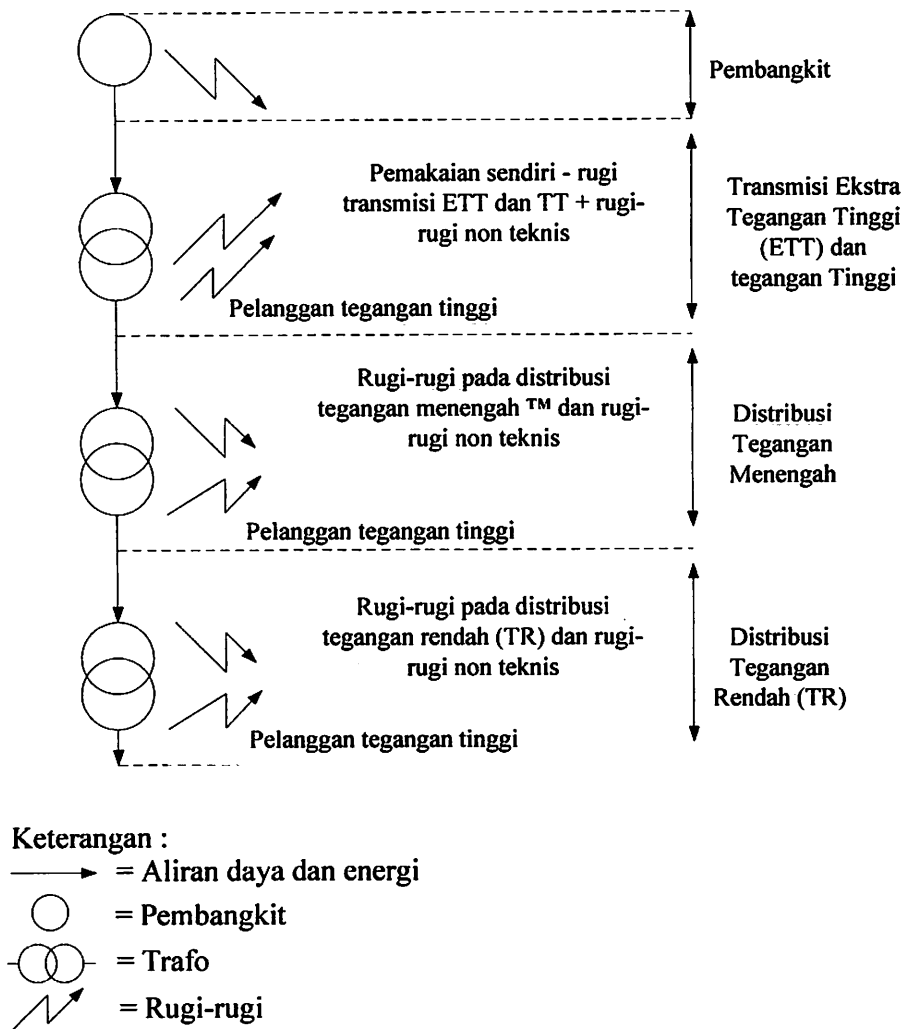
Beban komersial pada umumnya berupa penerangan toko, reklame dan lain-lain.

3. Beban Industri.

Beban industri diklasifikasikan menjadi dua yaitu skala besar dan skala kecil.

2.7. Rugi-rugi Jaringan ^[2]

Dalam proses penyaluran energi listrik ke pelanggan terjadi rugi-rugi teknis (*losses*), yaitu rugi daya dan rugi energi. Rugi ini dimulai dari pembangkit, transmisi dan distribusi. Rugi-rugi teknis adalah pada penghantar saluran, adanya tahanan dari penghantar yang dialiri arus, timbullah rugi-rugi teknis (I^2R) pada jaringan tersebut. Pada gambar 2.8 rugi teknis tersebut terdapat pada saluran dan transformator. Rugi teknis pada penyaluran merupakan penjumlahan dari I^2R atau rugi tahanan. Rugi teknis dari jaringan tenaga listrik tergantung dari macam pembebanan pada saluran tersebut (beban merata, terpusat).



Gambar 2.8. Rugi-rugi Pada Bagian Sistem Tenaga ^[2]

2.8. Peralatan Hubung Pada Jaringan Distribusi ^[4]

2.8.1. Pemisah (*Disconnecting Switch*)

Fungsi pemisah ialah untuk memutuskan/menghubungkan rangkaian listrik dalam keadaan tanpa beban.

2.8.2. Klasifikasi Pemisah Menurut Fungsi Kerjanya

a. *Disconnecter*

adalah alat pemutus rangkaian listrik dalam keadaan tanpa beban, yang putus lidahnya dapat dilihat mata.

b. *Pole Top Switch*

adalah alat yang digunakan untuk mengisolir jaringan dengan pemutusan dapat dilihat dengan mata, hanya dapat untuk melepaskan atau memasukkan jaringan dengan keadaan tanpa beban dan tidak dapat memutuskan jaringan dengan sendirinya (otomatis) pada waktu ada gangguan. pemasangan hanya pada tiang listrik (pasangan luar).

c. *Air Break Switch*

adalah alat yang digunakan untuk mengisolir (memisahkan) jaringan dengan pemutusan dapat dilihat dengan mata, dapat digunakan untuk memasukkan dan melepaskan beban kurang dari I nominal (misal 30 % dari I nominal), tidak akan terbuka dengan sendirinya bila ada gangguan. Pemasangan dapat di luar maupun di dalam.

d. *Load Break Switch*

adalah sakelar pemutus beban yang dapat digunakan sebagai pemisah ataupun pemutus tenaga dengan beban nominal. Tidak dapat membuka secara otomatis pada waktu gangguan, dibuka/ditutup hanya untuk memanipulasi beban.

e. *Sectionalizer*

adalah alat pemutus rangkaian yang dapat memisahkan saluran utama beberapa seksi secara otomatis, agar pada keadaan gangguan permanen, luas

daerah atau jaringan yang harus dibebaskan di sekitar lokasi gangguan sekecil mungkin. *Sectionalizer* yang dipakai antara lain AVS (*Automatic Vacuum Switch*), yaitu peralatan yang digunakan sebagai pemutus saluran (beban) bila sisi yang satu terjadi gangguan sehingga sebagian dari saluran masih dapat dipasok dari sisi saluran yang lain setelah sisi yang terganggu terisolir. Berlangsung secara otomatis, dengan media hampa udara, kerjanya berdasar sensor tegangan.

BAB III

METODE REKONFIGURASI

Dalam analisis metode rekonfigurasi diperlukan suatu proses aliran daya untuk mengetahui tegangan pada bus beban dan rugi-rugi daya pada saluran. Oleh karena itu pembahasan selanjutnya sebelum membahas proses rekonfigurasi adalah analisis aliran daya menggunakan metode *Newton Rapshon*.

3.1. Analisis Aliran Daya ^[3]

3.1.1. Tujuan

Dalam analisis aliran daya dilakukan perhitungan tegangan, arus, daya nyata dan daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik dalam suatu jala-jala listrik pada keadaan pengoperasian normal untuk sekarang dan akan datang .

Tujuan dari aliran daya:

1. Untuk menentukan daya nyata dan daya reaktif.
2. Untuk mengetahui apakah semua peralatan pada sistem memenuhi batas-batas yang telah ditetapkan untuk operasi penyaluran daya.
3. Untuk mengetahui kondisi awal pada perencanaan sistem yang baru.
4. Untuk mengetahui daya yang mengalir pada tiap saluran jaringan tenaga listrik.

Dalam analisis aliran daya terdapat 3 jenis variabel :

1. Variabel bebas, misalnya $|V|$ dan δ pada bus beban atau δ dan Q pada bus generator.

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

3.1.2. Klasifikasi Bus ^[1]

Tujuan aliran daya pada sistem tenaga listrik adalah untuk menghitung besar tegangan $|V|$ dan sudut fasa tegangan δ pada semua bus, sehingga dengan diketahuinya parameter-parameter tersebut akan dapat dihitung besar daya yang mengalir beserta rugi-ruginya.

Pada setiap bus dari jaringan terdapat parameter sebagai berikut:

1. Daya nyata, dinyatakan dengan P satuannya MW.
2. Daya reaktif, dinyatakan dengan Q satuannya MVAR.
3. Besar (*magnitude*) tegangan, dinyatakan dengan $|V|$ satuannya kV.
4. Sudut fasa tegangan, dinyatakan dengan δ satuannya derajat.

Untuk 1 dan 2 menyatakan daya yang dibangkitkan oleh generator yang mengalir ke bus. Jika pada bus terdapat beban maka daya tersebut menyatakan selisih antara daya yang dibangkitkan dengan beban.

Dalam aliran daya, pada setiap bus perlu diketahui 2 parameter dari 4 parameter yang diperhitungkan. Dengan melihat dua parameter tersebut dapat diketahui jenis busnya, yaitu:

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

Pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk beban dimana P daya aktif dan Q daya reaktif diketahui, sementara $|v|$ dan δ berubah-ubah menurut kebutuhan. Oleh karena itu, $|v|$ dan δ harus ditentukan (dicari).

2. Bus Generator (PV)

Pada 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 Q (daya reaktif) dan δ (sudut fasa) dicari.

3. Bus Slack

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

3.1.3. Pembentukan Matrik Admitansi Simpul

Suatu rangkaian yang mempunyai n simpul (termasuk simpul referensi) dapat ditulis dalam bentuk persamaan arus:

$$I_1 = Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 + \dots + Y_{1n}V_n$$

$$I_2 = Y_{21}V_1 + Y_{22}V_2 + \dots + Y_{2n}V_n$$

$$I_n = Y_{n1}V_1 + Y_{n2}V_2 + \dots + Y_{nn}V_n$$

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

Dengan : P = 1, 2, 3, ..., n

I_p = arus yang masuk ke simpul p.

V_q = tegangan simpul q terhadap referensi.

Y_{pq} = admitansi antara simpul p dan q.

Persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk matrik sebagai berikut:

$$I_{bus} = Y_{bus} \cdot V_{bus} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan : I_{bus} = matrik kolom vektor arus simpul.

Y_{bus} = matrik kolom vektor admitansi simpul.

V_{bus} = matrik kolom vektor tegangan simpul.

Elemen dari Y_{bus} matrik adalah arus yang mengalir pada simpul jaringan dimana terdapat unit sumber tegangan atau simpul referensi.

Untuk elemen diagonal Y_{pp} unit sumber dipasang pada simpul terhadap referensi dan diukur arus yang melalui elemen tersebut, dimana semua simpul yang lain dihubung singkat, sedangkan elemen bukan diagonal Y_{pq} diukur arus pada simpul p dimana unit sumber tegangan dipasang pada simpul q, sedangkan simpul yang lain dihubung singkat, jika p dan q tidak dihubung secara langsung maka arus yang mengalir akan sama dengan nol atau Y_{pq} sama dengan nol.

3.1.4. Penyelesaian Aliran Daya

Untuk penyelesaian aliran daya diperlukan suatu persamaan daya aktif dan daya reaktif yang dinyatakan dalam besaran kompleks. Dimana untuk jaringan sistem listrik pada tiap-tiap bus dapat ditulis sebagai berikut:

$$I_1 = Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 + \dots + Y_{1n}V_n$$

$$I_2 = Y_{21}V_1 + Y_{22}V_2 + \dots + Y_{2n}V_n$$

$$I_p = Y_{p1}V_1 + Y_{p2}V_2 + \dots + Y_{pn}V_n$$

Dimana persamaan tersebut dapat dituliskan menjadi bentuk umum :

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

Dengan :

$$P = 1, 2, 3, \dots, n$$

I_p = arus dalam bentuk kompleks yang masuk ke bus p.

V_q = tegangan bus q dalam bentuk kompleks terhadap referensi.

Y_{pq} = admitansi antara simpul p dan q.

Dalam bentuk matrik persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \dots \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{13} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & Y_{23} & \dots & Y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & Y_{n3} & \dots & Y_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \dots \\ V_n \end{bmatrix}$$

atau dapat ditulis $I_{bus} = Y_{bus} \cdot V_{bus}$

Dengan :

I_{bus} = matrik kolom vektor arus bus.

Y_{bus} = matrik kolom vektor admitansi bus.

V_{bus} = matrik kolom vektor tegangan bus.

Persamaan daya nyata dan daya reaktif yang masuk ke bus adalah:

$$P_p - jQ_p = V_p^* I_p \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan mensubstitusikan persamaaan (3.3) ke persamaan (3.4) maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$P_p - jQ_p = V_p^* \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$V_p^* = e_p - jf_p = |V_p| / \angle -\delta_p$$

$$V_q = e_q - jf_q = |V_q| / \angle \delta_q$$

$$Y_{pq} = G_{pq} - jB_{pq} = |Y_{pq}| / \angle -\theta_q$$

Dengan demikian persamaaan ini dapat dinyatakan dalam bentuk *rectangular* sebagai berikut:

$$P_p - jQ_p = (e_p - jf_p) \sum_{q=1}^n (G_{pq} - jB_{pq})(e_q + jf_q) \dots\dots\dots (3.6)$$

dengan $p = 1, 2, 3, \dots, n$

Persamaan-persamaan terakhir menyatakan dua buah persamaan aliran daya pada sistem dengan n bus, dimana tiap-tiap bus digolongkan dalam $4n$ variabel dan $2n$ variabel yang lain telah ditentukan terlebih dahulu.

Variabel dari bus berayun telah ditentukan terlebih dahulu sehingga persamaan untuk bus berayun ini dapat dihilangkan dan dengan demikian hanya dibutuhkan $(n-1)$ buah persamaan untuk studi aliran daya. Bentuk persamaan dua terakhir menyatakan hubungan matematis yang diperlukan untuk analisis aliran daya dengan komputer.

Selain itu persamaan di atas hanya berlaku untuk sistem satu fasa dan untuk sistem tiga fasa seimbang, dengan satuan yang dipakai adalah per unit, sebab sistem per-unit tidak akan terpengaruh oleh perbedaan tegangan pada sistem jaringan yang sesungguhnya.

3.1.5. Metode Newton Raphson ^[3]

Metode *Newton Raphson* dibentuk berdasarkan matrik admitansi simpul (Y_{bus}), sehingga merupakan suatu prosedur yang langsung dan sederhana.

Pada admitansi simpul elemen diagonalnya (Y_{pp}) adalah jumlah admitansi dari semua elemen-elemen jaringan yang terhubung dengan simpul p tersebut. Untuk elemen bukan diagonal (Y_{pq}) adalah sama dengan negatif admitansi dari elemen jaringan yang menghubungkan simpul p dan simpul q .

Karena pada jaringan sistem tenaga listrik tidak semua simpul saling berhubungan satu dengan yang lainnya, maka Y_{bus} akan membentuk matriks yang

terdiri dari elemen-elemen yang mempunyai nilai tidak sama dengan nol (di antara simpul-simpul tersebut tidak mempunyai hubungan saluran) dan elemen-elemen yang bernilai sama dengan nol (di antara simpul-simpul tersebut mempunyai hubungan saluran). Secara matematis persamaan aliran daya metode *Newton Rapshon* dapat menggunakan koordianat *rectangular*, koordinat polar atau bentuk *hybrid* (gabungan antara bentuk kompleks dengan bentuk polar). Dalam pembahasan ini digunakan bentuk koordinat polar.

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

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \dots\dots\dots (3.7)$$

Injeksi daya pada simpul p adalah:

$$S_p = P_p - jQ_p = V_p^* \cdot I_p \dots\dots\dots (3.8)$$

$$= V_p^* \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_q \dots\dots\dots (3.9)$$

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

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

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

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

Maka persamaan (3.5) dapat ditulis:

$$P_p - jQ_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| e^{-j(\delta(-\delta_q + \theta_p))} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dengan memisahkan bagian riil dan bagian imajiner maka diperoleh:

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

$$Q_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \dots\dots\dots (3.12)$$

Kedua persamaan di atas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan serentak (simultan) yang tidak linier untuk setiap simpul sistem tenaga listrik. Untuk mengetahui *magnitude* tegangan (V) dan sudut fasa (δ) di setiap simpul dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (3.11) dan (3.12) yang dilinierkan dengan metode *Newton Rapshon* seperti persamaan berikut:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.13)$$

Dengan:

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 *magnitude* tegangan.

J_1, J_2, J_3, J_4 merupakan elemen *off diagonal* dan *diagonal* dari sub matrik *Jacobian* yang dibentuk dengan mendefinisikan persamaan (3.11) dan (3.12), dimana:

$$J_1 = \frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} \quad J_2 = \frac{\partial P_p}{\partial |V_q|} \quad J_3 = \frac{\partial Q_p}{\partial \delta_q} \quad J_4 = \frac{\partial Q_p}{\partial |V_q|}$$

Adapun rumus dari elemen matriks *Jacobian* adalah:

Untuk J_1 :

$$\frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} = |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial \delta_p} = - \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq})$$

Untuk J_2 :

$$\frac{\partial P_p}{\partial |V_q|} = |V_p Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial |V_p|} = 2|V_p Y_{pp}| \cos \theta_{pp} + \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq})$$

Untuk J_3 :

$$\frac{\partial Q_p}{\partial \delta_q} = -|V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

$$\frac{\partial Q_p}{\partial \delta_p} = - \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq})$$

Untuk J_4 :

$$\frac{\partial Q_p}{\partial |V_q|} = |V_p Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

$$\frac{\partial Q_p}{\partial |V_p|} = 2|V_p Y_{pp}| \sin \theta_{pp} + \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq})$$

Untuk menghitung selisih daya, maka mula-mula ditentukan nilai awal tegangan simpul dan sudut fasanya. Kemudian daya nyata dan daya reaktif dihitung dengan menggunakan persamaan (3.11) dan (3.12). Selisih antara daya yang telah ditentukan dengan daya hasil perhitungan ini merupakan perubahan daya yang terjadi pada simpul.

$$\Delta P_p = P_{p \text{ specified}} - P_{p \text{ calculated}} \dots \dots \dots (3.14)$$

$$\Delta Q_p = Q_{p \text{ specified}} - Q_{p \text{ calculated}} \dots \dots \dots (3.15)$$

Magnitude tegangan $|V|$ dan sudut fasa δ_p yang diasumsikan serta selisih daya yang dihitung (ΔP_p dan ΔQ_p) digunakan untuk memperoleh elemen-elemen matriks *Jacobian*.

Persamaan (3.13) diselesaikan untuk menghitung vektor koreksi *magnitude* tegangan $\Delta |V|$ dan sudut fasa tegangan $\Delta \delta$ yang baru. Sehingga diperoleh harga *magnitude* tegangan dan sudut fasa tegangan yang baru, yaitu:

$$|V|^{k+1} = |V|^k + \Delta |V|^k$$

$$\delta^{k+1} = \delta^k + \Delta \delta^k$$

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.

Prosedur Aliran Daya *Newton Rapshon*:

1. Tentukan nilai P_p (ditetapkan) dan Q_p (ditetapkan) yang mengalir ke dalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau diperkirakan dari tegangan nyata atau tegangan reaktif untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
2. Hitung ΔP dan ΔQ pada setiap rel.
3. Hitung nilai-nilai untuk *Jaqobian* dengan menggunakan nilai-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari tegangan nyata dan tegangan reaktif dalam persamaan untuk konsumen parsial yang ditentukan.
4. Balikkan *Jaqobian* itu dan hitung koreksi *magnitude* tegangan $\Delta |V_p|$ dan sudut fasa tegangan $\Delta \delta_p$ pada setiap rel.
5. Hitung nilai baru dari $|V_p|$ dan $\Delta \delta_p$ dengan menambahkan $\Delta |V_p|$ dan $\Delta \delta_p$ nilai sebelumnya.
6. Kembali ke langkah 1 dan ulangi proses ini dengan menggunakan nilai untuk tegangan nyata dan tegangan reaktif yang ditentukan paling akhir sehingga nilai ΔP dan ΔQ lebih kecil atau sama dengan nilai toleransi yang telah ditetapkan.

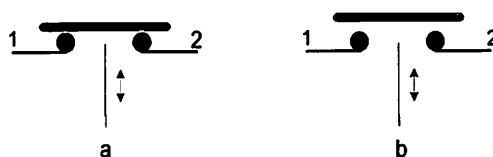
3.2. Metode Rekonfigurasi Jaringan

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

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

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

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

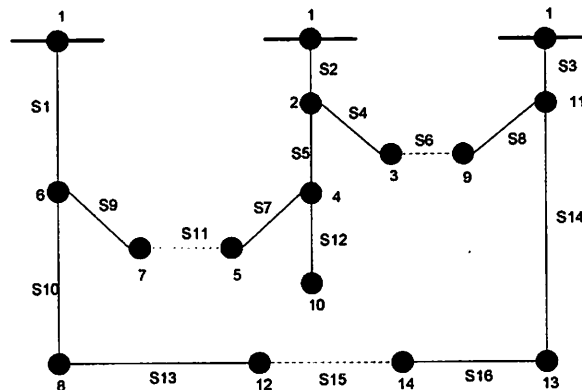


Gambar 3.1
Diagram Skematik Tipe (a) NC *switch* dan (b) NO *switch*

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

3.2.1. Metode Rekonfigurasi Menggunakan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) ^[5]

Gambar 3.2 menunjukkan contoh jaringan distribusi yang terdiri dari tiga *feeder* dengan tiga belas *switch normally closed* dan tiga *tie switch normally open*, yaitu s6, s11, s15. Contoh operasi dimana s7 mentransfer beban 7 dari *feeder* 1 ke *feeder* 2 dengan membuka bagian *switch* s9 dan menutup *tie switch* s11. Dengan demikian, penutupan *switch* dapat selalu mengikuti pembukaan dari sebuah *switch*. Beban pada bus 3 dapat ditransfer ke *feeder* 3 dengan menutup *tie switch* s6 dan membuka bagian *switch* s4. dengan cara yang sama, maka beban lainnya dapat ditransfer dari *feeder* ke *feeder* dengan operasi *switch*.



Gambar 3.2
Jaringan Distribusi ^[5]

3.3. Metode Particle Swarm Optimization ^{[5] [6] [7]}

Particle Swarm Optimization adalah suatu teknik perhitungan yang diperkenalkan Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995, yang diilhami oleh

perilaku sosial tentang koloni burung. Mereka berteori bahwa proses dari adaptasi suatu organisme (seekor burung) dalam PSO, dapat diringkas dalam tiga prinsip:

1. Mengevaluasi, mengevaluasi tetangganya
2. Membandingkan, membandingkan dirinya dengan yang lain di dalam populasi
3. Meniru, meniru tetangga yang terkuat.

Sehingga mereka bertindak dengan dua macam dari informasi yaitu, pengalaman mereka sendiri dan pengetahuan dari bagaimana individu lain melakukannya.

Pendekatan PSO mempunyai beberapa persamaan dengan GA dan *Evolutionary Algoritma*, PSO mempunyai populasi dari individu yang bergerak sampai pencarian tempat D-dimensional dan masing-masing individu mempunyai percepatan yang berlaku sebagai operator untuk memperoleh individu baru. Individu ini disebut partikel, melakukan penyesuaian pergerakan yang tergantung pada pengalaman mereka sendiri dan pengalaman populasi. Pada setiap iterasi, suatu partikel bergerak ke suatu arah dengan koordiant (x_{id}) dan dengan kecepatan v_{id} yang dihitung dari posisi terbaik (p_{id}) yang dikunjunginya dan posisi terbaik yang dikunjungi dari semua partikel dalam lingkungannya di antara semua posisi adalah (p_{gd}). Partikel *swarm* dianggap melintasi ruang pencarian masalah dalam langkah waktu yang berlainan, pada masing-masing langkah waktu (iterasi) kecepatan saat ini dan jaraknya dari p_{id} dan p_{gd} . Untuk mengevaluasi tiap partikel perlu dilakukan *update* kecepatan (v_{id}) dan posisi (x_{id}) yang dihitung dengan persamaan berikut:

$$v_{id}^{(t+1)} = w.v_{id}^{(t)} + c_1 * rand() * (pbest_{id} - x_{id}^{(t)}) + c_2 * Rand() * (gbest_d - x_{id}^{(t)}) \dots \dots (3.16)$$

$i = 1, 2, \dots, n$, dan $d = 1, 2, \dots, m$

dengan :

- $rand()$ = Angka acak antara 0 dan 1.
- $x_{id}^{(t)}$ = Posisi saat ini dalam dimensi ke-i pada iterasi ke-t.
- c_1, c_2 = Konstanta parameter sosial yang bernilai 2.0.
- $Pbest_{id}$ = Posisi terbaik pribadi dalam dimensi ke-i.
- $gbest_d$ = Posisi terbaik global dalam dimensi ke-i.
- n = nomor partikel dalam grup.
- m = nomor anggota dari partikel.
- w = berat inersia.

Setelah itu masing-masing partikel diperbolehkan untuk memperbarui posisinya agar memperoleh posisi yang terbaik menggunakan :

$$x_{id}^{(t+1)} = x_{id}^{(t)} + v_{id}^{(t+1)} \dots \dots \dots (3.17)$$

Cara yang lebih baik untuk memahami mekanisme pencarian *stokastik* yang dilakukan PSO adalah dengan menganggap masing-masing iterasi bukan sebagai proses pengganti populasi sebelum dengan populasi baru (kematian dan kelahiran), akan tetapi sebagai proses adaptasi. Dalam usaha meningkatkan nilai konvergen dari algoritma PSO standart menjadi optimum global posisi dari suatu perubahan partikel menurut percepatannya yang disesuaikan pada tiap iterasi. Partikel diposisikan kembali menurut koordinat berdasar percepatannya yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$v^{k+1} = wv_i^k + c_1 * rand(.) \frac{(p_{best_i} - S_i^k)}{\Delta t} + c_2 * rand(.) \frac{(g_{best_i} - S_i^k)}{\Delta t} \dots (3.18)$$

faktor w adalah berat inersia dimana berat inersia adalah faktor skala yang berhubungan dengan kecepatan pada langkah waktu sebelumnya, berat inersia menentukan seberapa besar kecepatan sebelumnya harus dipertahankan dari langkah waktu sebelumnya. Berat inersia ditetapkan sebesar 0,4 selama simulasi. *Setting* ini memungkinkan PSO mempelajari daerah yang luas di awal simulasi, jika berat inersia besar maka pencarian menjadi lebih global dan jika inersia lebih kecil maka pencarian menjadi lebih lokal. Koefisien c_1 dan c_2 adalah faktor belajar (*learning factor*) yang membantu partikel untuk bergerak lebih cepat ke area solusi.

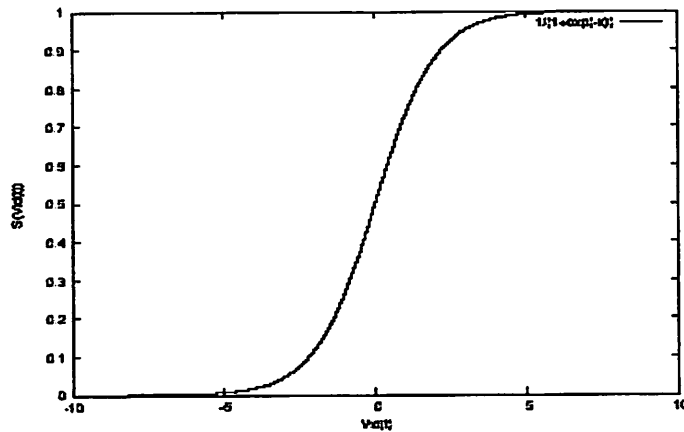
Algoritma PSO dimulai dengan suatu populasi dari partikel dengan posisi secara acak. Di PSO, partikel yang tunggal adalah suatu solusi di ruang pencarian. Semua partikel mempunyai nilai *fitness* yang dievaluasi oleh fungsi *fitness* untuk dioptimalkan.

3.3.1. Binary Particle Swarm Optimization

Model *binary* menjelaskan bahwa kemungkinan dari suatu individu untuk mengambil keputusan ya atau tidak, salah atau benar, atau beberapa keputusan biner lain adalah suatu fungsi dari pribadi dan faktor sosial.

Parameter $v_{id}(t)$, menggambarkan bahwa individu mempunyai kecenderungan membuat satu pilihan atau pilihan yang lain, dalam menentukan suatu kemungkinan. Jika $v_{id}(t)$ adalah lebih tinggi, individu akan lebih mungkin untuk memilih 1, dan menurunkan nilai-nilai kemungkinan untuk memilih nilai 0.

Kemungkinan pilihan seperti itu dibatasi dalam cakupan nilai [0,0,1,0]. Fungsi Sigmoidal adalah suatu pilihan logis untuk melakukan ini. Sigmoidal berfungsi membatasi cakupan vid dalam bidang [0,0,1,0].



Gambar 3.3. Fungsi Sigmoid [7]

Fungsi sigmoid dapat digambarkan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$s(v_{id}) = \frac{1}{1 + \exp(-v_{id})} \dots\dots\dots (3.19)$$

persamaan akhir untuk model *binary* adalah sebagai berikut :

$$vid(t) = vid(t - 1) + c_1\varphi_1(p_{id} - x_{id}(t - 1)) + c_2\varphi_2 (p_{gd} - x_{id}(t - 1))$$

$$if \rho_{id} < s(v_{id}(t)) \text{ then } x_{id}(t) = 1; \text{ else } x_{id}(t) = 0 \dots\dots\dots (3.20)$$

dengan :

ρ_{id} = Angka acak antara 0 dan 1(BPSO)

x_{id} = Posisi saat ini dalam dimensi ke-i

c_1, c_2 = Konstanta parameter sosial yang bernilai 2.0

φ_1, φ_2 = Angka acak antara 0 dan 1

P_{id} = Posisi terbaik pribadi dalam dimensi ke- i

P_{gd} = Posisi terbaik global dalam dimensi ke- i

3.3.2. Penerapan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) ^[5]

Status *switch* dikodekan sebagai variabel biner. *Switch* pada bagian *feeder* kemudian disimpan dalam vektor x dengan nilai 0 dan 1. Nilai 0 menandakan bahwa status *switch* dalam keadaan terbuka (*open*), dan nilai 1 menandakan status *switch* dalam keadaan tertutup (*closed*). Dalam analisa rekonfigurasi semua *tie switch* (*normally open*) yang saling interkoneksi pada beberapa bus beban (*load bus*) baik dalam satu *feeder* maupun berlainan *feeder* ditutup (*normally closed*) sehingga jaringan radial berubah menjadi jaringan *mesh*. Untuk mempertahankan struktur jaringan radial, hanya satu *switch* yang dibuka tiap jaringan *mesh*. Kemudian jumlah *switch* yang terbuka tersebut merupakan jumlah loop yang terbentuk. Untuk memastikan bahwa tidak ada bagian *feeder* yang terlepas dari pelayanan jaringan maka *switch* yang tidak dimasukkan dalam jaringan *mesh* manapun harus dalam keadaan tertutup.

BAB IV
ANALISIS DAN HASIL PROGRAM REKONFIGURASI JARINGAN
DISTRIBUSI

4.1. Program Komputer Metode Rekonfigurasi Jaringan

Untuk pemecahan masalah rekonfigurasi jaringan distribusi digunakan bantuan program komputer. Program komputer ini sangat berguna untuk mempercepat proses perhitungan yang membutuhkan ketelitian tinggi dan sering melibatkan iterasi yang membutuhkan waktu yang lama bila dikerjakan secara manual.

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi* Versi 7.0 yang memiliki bahasa pemrograman terstruktur yang relatif mudah untuk dipahami dan mudah penggunaannya.

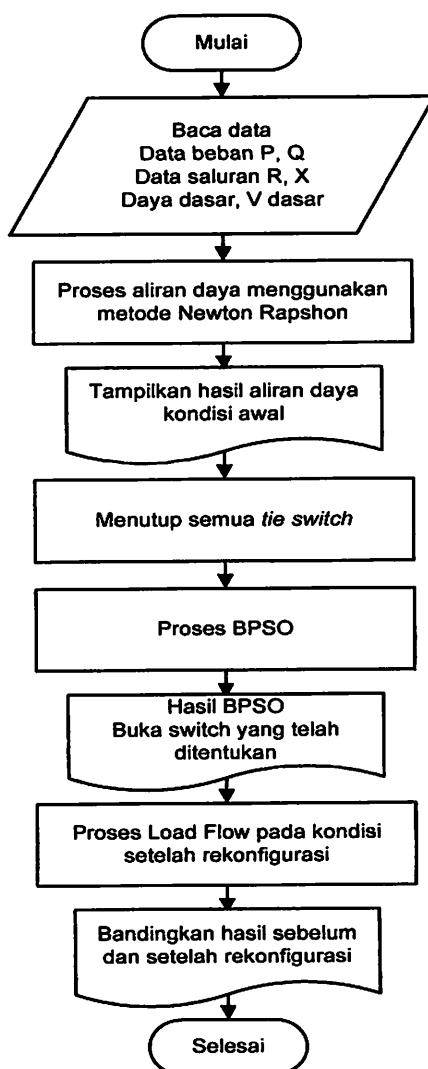
4.2. Algoritma Program

Urutan langkah-langkah pada program komputer yang digunakan dapat dilihat pada algoritma program berikut :

1. Memasukkan data-data jaringan distribusi PLN.
2. Menjalankan proses *load flow* menggunakan metode *Newton Raphson*.
3. Menampilkan *initial condition*.
4. Menutup semua *tie switch* pada jaringan dan mengubah menjadi jaringan Mesh.

5. Proses BPSO.
6. Hasil BPSO kombinasi *switch* yang sudah ditentukan (jaringan radial baru).
7. Menampilkan hasil minimalisasi rugi-rugi jaringan distribusi.
8. Membandingkan hasil sebelum dengan hasil setelah rekonfigurasi.
9. Selesai.

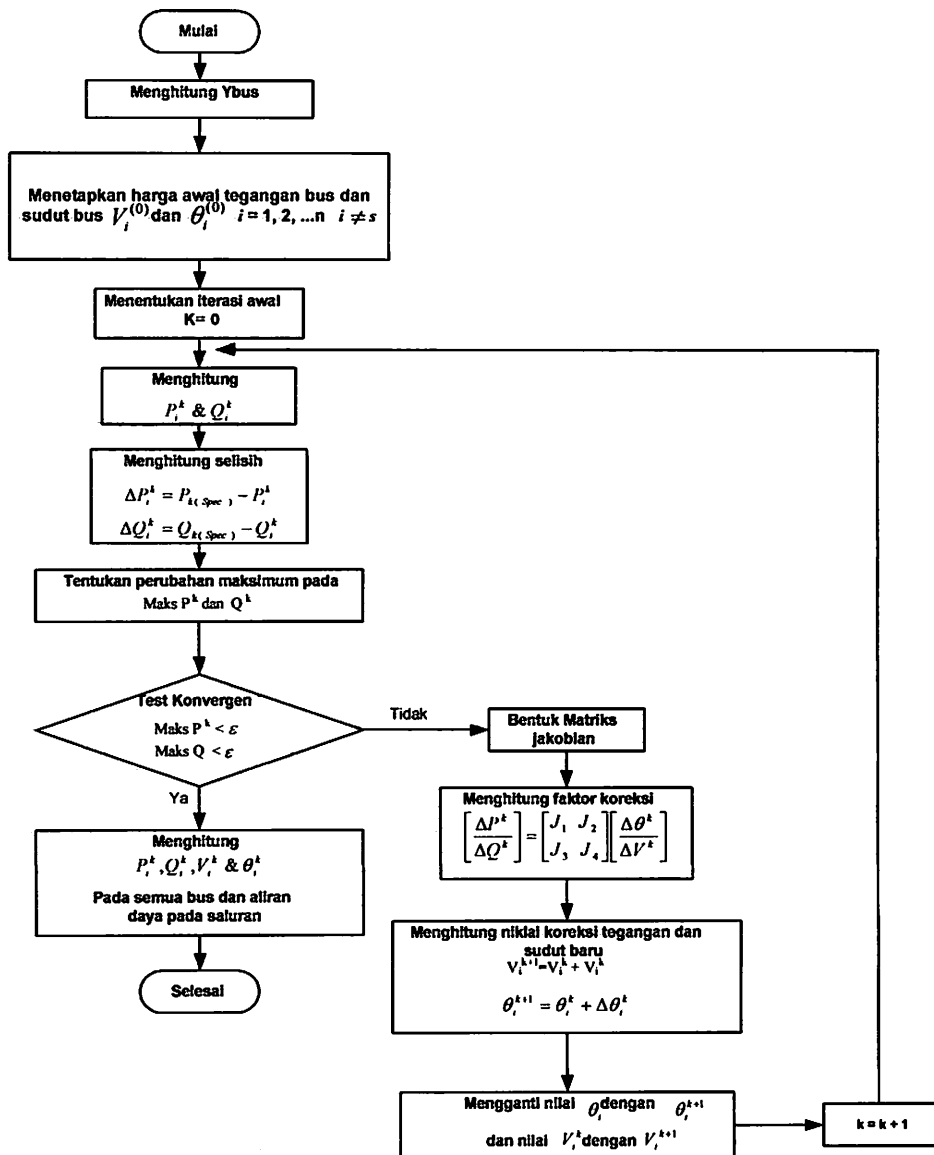
4.2.1. Flowchart Program



4.2.2. Algoritma Program Aliran Daya Metode Newton Raphson.

1. Menghitung matriks admitansi bus : $[Y_{bus}]$.
2. Menetapan 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 3.11 dan 3.12 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 5 dengan nilai iterasi yang baru sampai hasil yang didapatkan konvergen.

4.2.3. Flowchart Perhitungan Aliran Daya Metode Newton Rapshon



1. The first part of the document is a list of names and addresses, which are arranged in a columnar format. The names are written in a cursive script, and the addresses are written in a more formal, printed style. The list appears to be a directory or a list of contacts for a specific organization or group.

2. The second part of the document is a table with several columns and rows. The columns are labeled with names and addresses, and the rows contain numerical data. The table appears to be a ledger or a record-keeping document, possibly used for tracking expenses or inventory.

3. The third part of the document is a list of names and addresses, similar to the first part. The names are written in a cursive script, and the addresses are written in a more formal, printed style. The list appears to be a directory or a list of contacts for a specific organization or group.

4. The fourth part of the document is a table with several columns and rows. The columns are labeled with names and addresses, and the rows contain numerical data. The table appears to be a ledger or a record-keeping document, possibly used for tracking expenses or inventory.

5. The fifth part of the document is a list of names and addresses, similar to the first part. The names are written in a cursive script, and the addresses are written in a more formal, printed style. The list appears to be a directory or a list of contacts for a specific organization or group.

6. The sixth part of the document is a table with several columns and rows. The columns are labeled with names and addresses, and the rows contain numerical data. The table appears to be a ledger or a record-keeping document, possibly used for tracking expenses or inventory.

7. The seventh part of the document is a list of names and addresses, similar to the first part. The names are written in a cursive script, and the addresses are written in a more formal, printed style. The list appears to be a directory or a list of contacts for a specific organization or group.

8. The eighth part of the document is a table with several columns and rows. The columns are labeled with names and addresses, and the rows contain numerical data. The table appears to be a ledger or a record-keeping document, possibly used for tracking expenses or inventory.

9. The ninth part of the document is a list of names and addresses, similar to the first part. The names are written in a cursive script, and the addresses are written in a more formal, printed style. The list appears to be a directory or a list of contacts for a specific organization or group.

10. The tenth part of the document is a table with several columns and rows. The columns are labeled with names and addresses, and the rows contain numerical data. The table appears to be a ledger or a record-keeping document, possibly used for tracking expenses or inventory.

4.2.4. Algoritma program metode BPSO

1. Memasukkan parameter BPSO yang meliputi konstanta c_1 , c_2 , konstanta *weight*, konstanta *velocity*, menentukan ukuran populasi (jumlah partikel) dan iterasi maksimum secara acak.
2. Melakukan penyelesaian kemungkinan x dengan menghitung ρ untuk setiap x , ρ_g minimum untuk setiap ρ_i dengan nilai initial untuk setiap v_i adalah 0.

3. Menghitung v_i untuk partikel i dengan persamaan 3.16

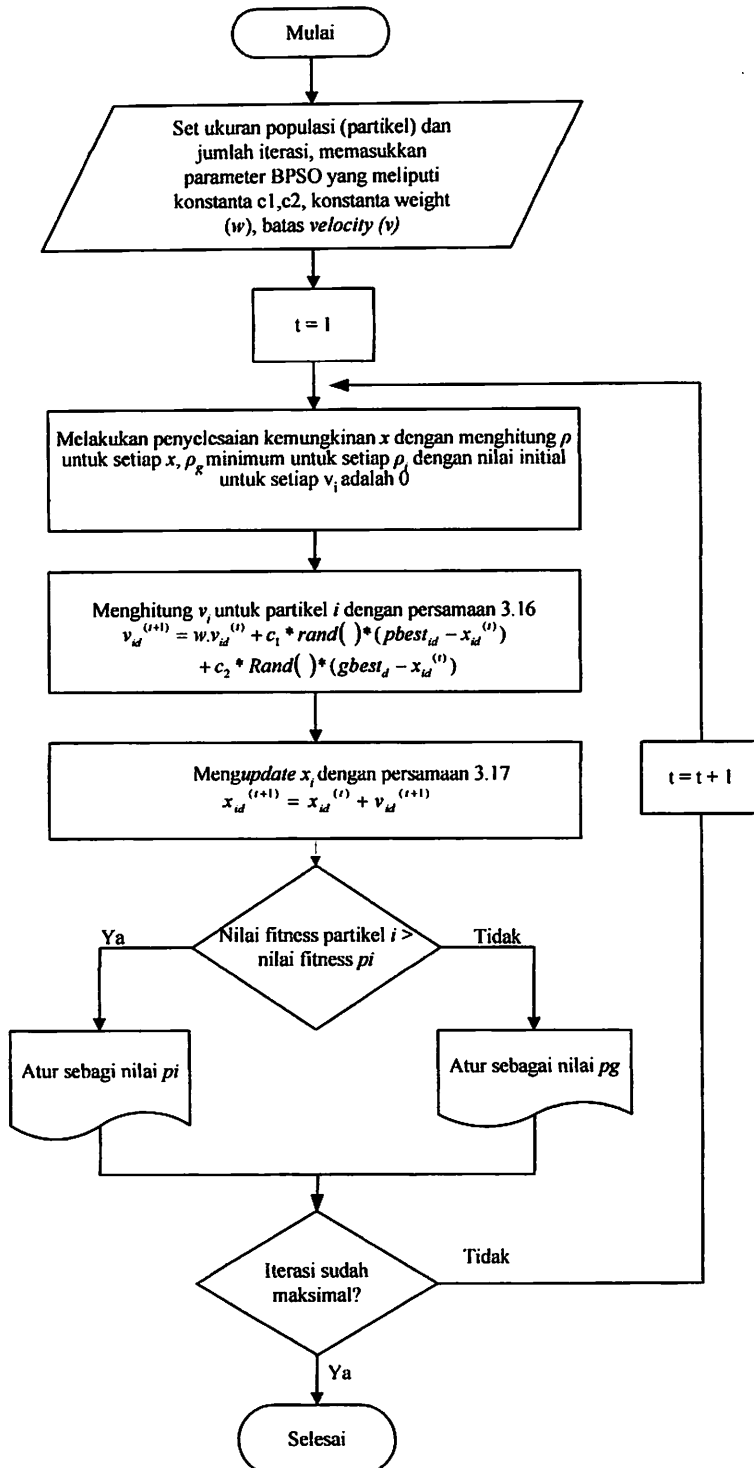
$$v_{id}^{(t+1)} = w.v_{id}^{(t)} + c_1 * rand() * (pbest_{id} - x_{id}^{(t)}) + c_2 * Rand() * (gbest_d - x_{id}^{(t)})$$

4. Mengupdate x_i dengan persamaan 3.17

$$x_{id}^{(t+1)} = x_{id}^{(t)} + v_{id}^{(t+1)}$$

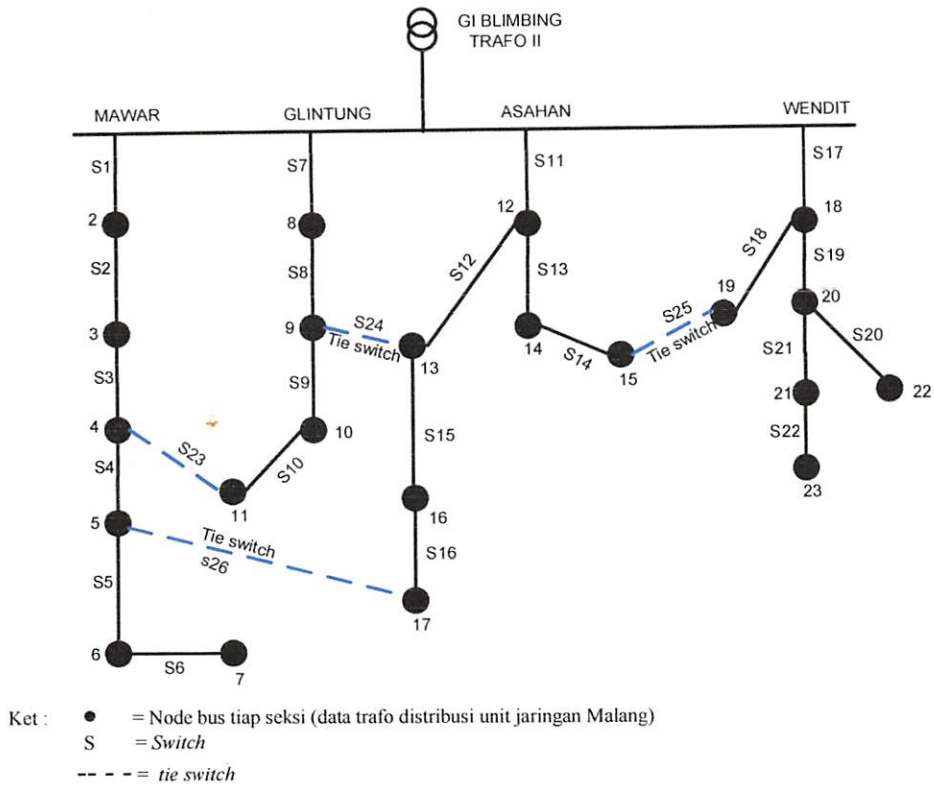
5. Jika nilai fitness partikel $i >$ nilai fitness (p_i) maka atur sebagai nilai p_i dan
Jika p yang terbaik $>$ nilai fitness (p_g) maka atur sebagai nilai p_g .
6. Apakah iterasi sudah maksimal? Jika belum kembali ke langkah 3 dan jika sudah maksimal maka berhenti.

4.2.5. Flowchart BPSO



4.3. Data Jaringan

Dalam skripsi ini data yang digunakan adalah penyulang-penyulang yang keluar dari Trafo II GI Blimbing Malang. Kondisi awal jaringan (*initial condition*) terlihat pada lampiran *single line* diagram. Untuk memudahkan analisis, gambar *single line diagram* tersebut diubah ke dalam bentuk gambar konfigurasi jaringan yang telah disusun perseksi seperti yang terlihat pada gambar 4.1. Penyusunan gambar 4.1 dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan pembagian seksi tiap penyulang. Pembagian seksi tiap penyulang ditentukan berdasarkan adanya pemisah-pemisah yaitu *Automatic Vacuum Switch (AVS)*, dan *Load Break Switch (LBS)* yang terdapat pada lampiran *single line diagram* GI Blimbing untuk *output* dari Trafo II. Kapasitas beban tiap seksi dapat dilihat pada lampiran tabel A1-A6. Alasan dari pemilihan daerah tersebut karena *output* dari Trafo II GI Blimbing Malang menyuplai daerah yang kepadatan bebannya bervariasi.



Gambar 4-1 Konfigurasi Jaringan Radial dari *Single Line* diagram G.I Blimbing Malang (Kondisi Awal)

Data teknis dari Trafo II G.I Blimbing Malang adalah sebagai berikut :

- Tegangan Dasar : 20 kV
- Daya Dasar : 30 MVA
- Penghantar SUTM 20 kV : AAAC 150 mm²
- Impedansi Saluran : $0.2162 + j 0.3305 \Omega / \text{km}$
- Penyulang Mawar (300 A)
- Penyulang Glintung (300 A)
- Penyulang Asahan (300 A)
- Penyulang Wendit (300 A)

Dari data beban untuk masing-masing penyulang (lampiran A1-A6) dan data teknis, nilai P (MW), Q (MVAR), R (Ω) dan X (Ω) dari bus 1-2 Penyulang Mawar dapat dihitung sebagai berikut :

Dengan nilai $\cos\phi$ diasumsikan sebesar 0.86

❖ Untuk bus 1-2 :

$$P = 1533,64 \cos \phi \longrightarrow P = 1533,64 \times 0.86 = 1.3190 \text{ MW}$$

$$Q = 1533,64 \sin \phi \longrightarrow Q = 1533,64 \times 0.51 = 0.7820 \text{ MVAR}$$

$$R = 5,616 \text{ km} \times R \text{ saluran} \quad R = 5,616 \text{ km} \times 0.2162 \Omega/\text{km} = 1,2142 \Omega$$

$$X = 5,616 \text{ km} \times X \text{ saluran} \quad X = 5,616 \text{ km} \times 0.3305 \Omega/\text{km} = 1,856 \Omega$$

Dengan cara menghitung yang sama, maka daya P, Q, R dan X untuk masing-masing bus akan diperoleh hasil seperti pada tabel 4-1 berikut :

Tabel 4.1
Hasil Perhitungan Daya dan Impedansi Saluran
Jaringan Distribusi GI Blimbing Malang

Bus	P Bus Ujung (MW)	Q Bus Ujung (MVAR)	Jarak (km)	Resistansi R (ohm)	Reaktansi X (ohm)
1 – 2	1.319	0.782	5,616	1,2142	1,8560
2 – 3	1.091	0.647	4,085	0,8832	1,3501
3 – 4	1.303	0.773	5,04	1,0896	1,6657
4 – 5	1.025	0.608	3,897	0,8425	1,2880
5 – 6	0.24	0.142	0,677	0,1464	0,2238
6 – 7	0.675	0.401	1,678	0,3628	0,5546
1 – 8	0.449	0.266	1,381	0,2986	0,4564
8 – 9	0.561	0.333	1,194	0,2581	0,3946
9 – 10	0.5	0.297	1,016	0,2197	0,3358
10 – 11	1.607	0.953	1,492	0,3226	0,4931
1 – 12	0.19	0.113	2,474	0,5349	0,8177
12 – 13	0.089	0.527	3,443	0,7444	1,1379
12 – 14	0.428	0.254	1,646	0,3559	0,5440
14 – 15	0.427	0.253	1,183	0,2558	0,3910
13 – 16	0.543	0.322	2,745	0,5935	0,9072
16 – 17	0.137	0.081	0,131	0,0283	0,0433

1 – 18	0.288	0.171	1,782	0,3853	0,5890
18 – 19	0.058	0.034	3,031	0,6553	1,0017
18 – 20	0.699	0.414	7,639	1,6516	2,5247
20 – 22	0.153	0.091	1,549	0,3349	0,5119
20 – 21	0.343	0.203	1,476	0,3191	0,4878
21 – 23	0.248	0.147	4,689	1,0138	1,5497
4 – 11	-	-	0,207	0,0448	0,0684
9 – 13	-	-	0,173	0,0374	0,0572
15 – 19	-	-	1,114	0,2408	0,3682
5 – 17	-	-	0,262	0,0566	0,0866

Keterangan : Bus 1 merupakan slack bus, bus 2 sampai dengan 23 merupakan bus beban

4.4. Analisis Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi

Untuk mengetahui kondisi awal jaringan (*initial condition*) dilakukan proses *load flow* menggunakan metode *Newton Raphson*. Dengan memasukan data dari tabel 4-1 ke dalam program simulasi, maka akan diperoleh hasil seperti yang terdapat pada tabel 4-2 dan 4-3 dibawah ini :

Tabel 4.2
Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi

Bus	Tegangan		Daya Pembangkitan		Daya Pembebanan	
	V (pu)	Sudut(°)	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1.00000	0.00000	12.566	8.107	0.000	0.00
2	0.97961	-0.53570	0.00	0.00	1.319	0.782
3	0.97049	-0.77298	0.00	0.00	1.091	0.647
4	0.96508	-0.90004	0.00	0.00	1.303	0.773
5	0.96633	-0.84100	0.00	0.00	1.025	0.608
6	0.96566	-0.86022	0.00	0.00	0.240	0.142
7	0.96445	-0.89542	0.00	0.00	0.675	0.401
8	0.99551	-0.12525	0.00	0.00	0.449	0.266
9	0.99219	-0.21867	0.00	0.00	0.561	0.333
10	0.98995	-0.28181	0.00	0.00	0.500	0.297
11	0.98745	-0.35287	0.00	0.00	1.607	0.953
12	0.98832	-0.27087	0.00	0.00	0.190	0.113
13	0.97585	-0.54906	0.00	0.00	0.089	0.527
14	0.98685	-0.31268	0.00	0.00	0.428	0.254
15	0.98632	-0.32773	0.00	0.00	0.427	0.253

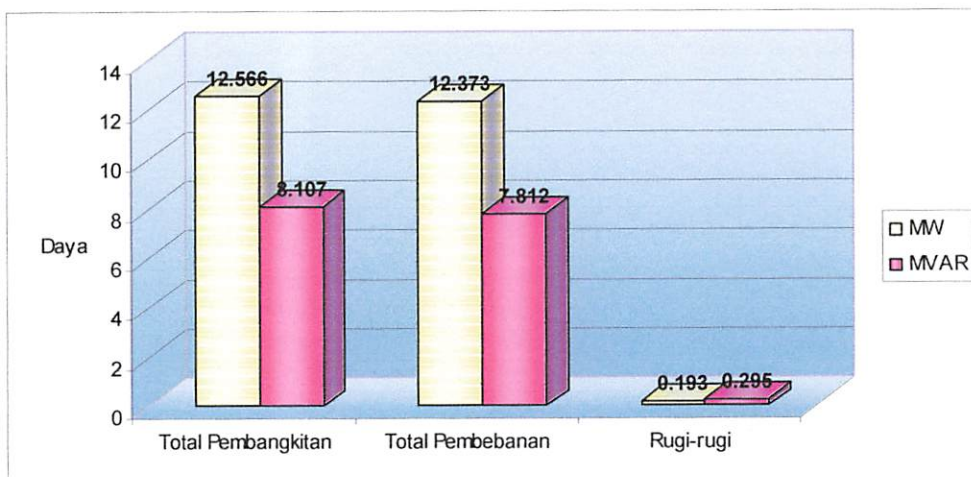
16	0.96728	-0.81086	0.00	0.00	0.543	0.322
17	0.96695	-0.82127	0.00	0.00	0.137	0.081
18	0.99666	-0.09274	0.00	0.00	0.288	0.171
19	0.99648	-0.09791	0.00	0.00	0.058	0.034
20	0.98511	-0.41823	0.00	0.00	0.699	0.414
21	0.98449	-0.43590	0.00	0.00	0.153	0.091
22	0.98456	-0.43412	0.00	0.00	0.343	0.203
23	0.98327	-0.47072	0.00	0.00	0.248	0.147

Keterangan : Bus 1 merupakan slack bus, bus 2 sampai dengan 23 merupakan bus beban

Tabel 4.3
Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya Sebelum Rekonfigurasi

Total Pembangkitan		Total Pembebanan		Total Rugi-rugi Daya	
P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)
12.566	8.107	12.373	7.812	0.193	0.295

Dari tabel 4.3 di atas, total pembangkitan, pembebanan dan rugi-rugi daya dapat digambarkan dalam bentuk grafik 4.1 sebagai berikut :



Grafik 4.1
Grafik Hasil Pembangkitan , Pembebanan dan Rugi-rugi Daya Sebelum Rekonfigurasi

4.4.1 Perhitungan Beban Tiap Penyulang Pada Kondisi Awal

Diketahui bahwa tiap penyulang keluaran trafo II GI Blimbing telah ditentukan arus nominalnya sebesar 300 A dengan tegangan 20 kV dengan pembebanan maksimal 80 %, untuk mengetahui kondisi pembebanan tiap penyulang pada kondisi awal dengan menghitung I_n nominal masing-masing penyulang sebagai berikut :

$$\text{Untuk sistem 1 fasa } I_n = \frac{VA}{V} \text{ Ampere}$$

$$\text{Untuk sistem 3 fasa } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3} \times V} \text{ Ampere}$$

Dengan :

I_n = arus nominal dalam ampere.

VA = daya tersedia yang dilayani oleh pembatas arus tersebut.

V = tegangan nominal instalasi pelanggan yang dilayani pembatas arus dalam volt.

Dari lampiran tabel A5 pengelompokan *switch* dapat diketahui jumlah beban tiap penyulang sebagai berikut :

Jumlah beban penyulang Mawar 6574,77 kVA

$$I \text{ nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3} \times V} = \frac{6574,77 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 189,79 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{189,79}{300} \times 100\% = 63,26\%$$

Jumlah beban penyulang Glitung 3625,65 kVA

$$I \text{ nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3} \times V} = \frac{3625,65 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 104,66 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{104,66}{300} \times 100\% = 34,88\%$$

Jumlah beban penyulang Asahan 2110,11 kVA

$$\text{I nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3}xV} = \frac{2110,11x10^3}{\sqrt{3}x20x10^3} = 60,91 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{60,91}{300} \times 100\% = 20,30\%$$

Jumlah beban penyulang Wendit 2080,33 kVA

$$\text{I nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3}xV} = \frac{2080,33x10^3}{\sqrt{3}x20x10^3} = 60,05 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{60,05}{300} \times 100\% = 20,017\%$$

Dilihat dari hasil perhitungan, penyulang Mawar menyuplai beban paling banyak dibanding penyulang lainnya yaitu sebesar 6574,77 kVA atau I nominalnya sebesar 189,79 Ampere (63,26%), kondisi ini masih di batas aman dengan hasil perhitungan rugi-rugi daya pada keempat penyulang hasilnya yaitu sebesar $0.193 + j 0.295$ MVA.

Namun demikian dari segi teknis perlu diperhitungkan juga apabila *switch-switch* pada pangkal tiap penyulang terputus, apakah beban yang dialihkan masih dapat disuplai oleh penyulang lainnya. Sebagai contoh dapat di lihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

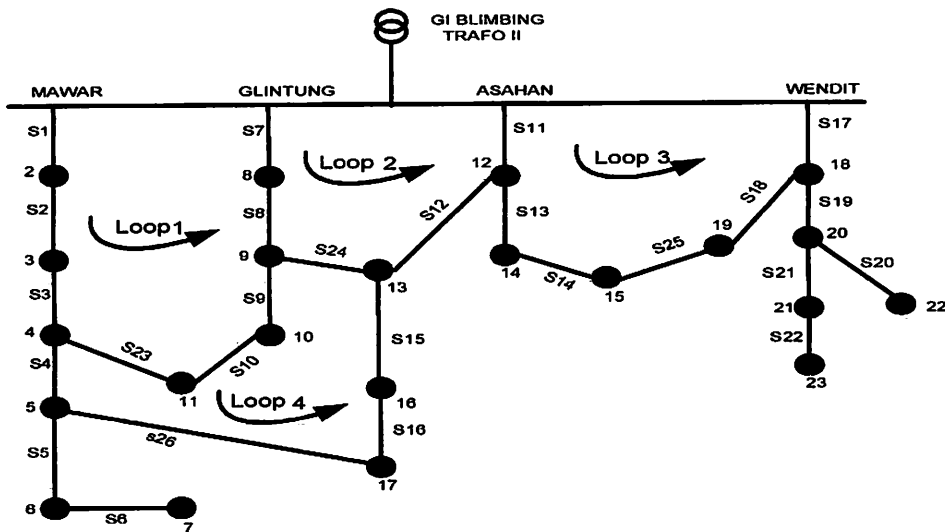
Tabel 4.4
Perhitungan Beban Pada Saat Terjadi Pengalihan Beban Sebelum Rekonfigurasi

Switch yang terputus	Penyulang penyuplai	Beban (kVA)	Arus (Amp)	%
S1 terputus (P. Mawar)	P. Glintung	10200,42	294,46	98,15 %
S1 terputus (P. Mawar)	P. Asahan	8684,88	250,71	83,57 %
S7 terputus (P. Glintung)	P. Mawar	10200,42	294,46	98,15 %
S7 terputus (P. Glintung)	P. Asahan	5735,76	165,57	55,19 %
S11 terputus (P. Asahan)	P Glintung	5735,76	165,57	55,19 %
S11 terputus (P. Asahan)	P. Mawar	8684,88	250,71	83,57 %
S11 terputus (P. Asahan)	P. Wendit	4190,44	120,96	40,22 %
S17 terputus (P Wendit)	P. Asahan	4190,44	120,96	40,22 %

Jika di lihat pada tabel di atas, pengalihan beban penyulang Mawar melebihi pembebanan maksimal yaitu sebesar 98,15 % jika dialihkan ke penyulang Glintung dan 83,57 % jika dialihkan ke penyulang Asahan.

4.5. Analisis Rekonfigurasi Jaringan

Dalam analisis rekonfigurasi jaringan semua *tie switch (normally open)* yang saling interkoneksi pada beberapa bus beban (*load bus*) baik dalam satu *feeder* maupun berlainan *feeder* ditutup (*normally closed*) sehingga jaringan radial seperti pada gambar 4.1 berubah menjadi jaringan *mesh* seperti terlihat pada gambar 4.2, dari penutupan *tie switch* terdapat 4 *loop*



Gambar 4.2
Konfigurasi Jaringan dengan Penutupan *Tie Switch* Sebelum Dilakukan Rekonfigurasi

4.5.1. Analisis Perhitungan Rekonfigurasi Jaringan

Langkah–langkah analisis perhitungan sebagai berikut :

1. Masukan Awal

Dengan memasukkan data pada tabel 4.1 ke dalam program simulasi rekonfigurasi *Binary Particle Swarm Optimization*.

2. Memasukkan Parameter *Binary Particle Swarm Optimization*

Memasukkan parameter *Binary Particle Swarm Optimization* yang akan diolah oleh program simulasi rekonfigurasi *Binary Particle Swarm Optimization* untuk memperoleh hasil yang diinginkan.

- Data masukan parameter BPSO ini berupa :

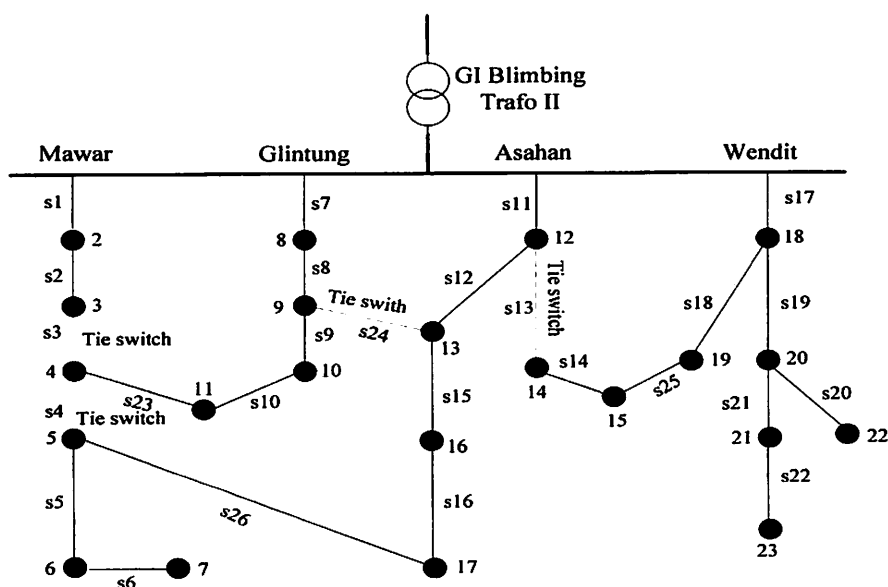
Konstanta c_1 : 2

Konstanta c_2 : 2

Konstanta *weight* : 0.4

Batas <i>velocity</i>	: 0 s/d 1
Jumlah <i>loop</i>	: 4
Jumlah saluran	: 26
Jumlah bus	: 23

Dengan memasukkan data jaringan distribusi pada program simulasi rekonfigurasi jaringan untuk menghitung aliran daya dan mencari konfigurasi jaringan yang baru dengan metode *Binary Particle Swarm Optimization*, akan didapatkan hasil rekonfigurasi pada tabel 4.4 dengan kondisi *switch* yang memiliki status terbuka (*normally open*) adalah *switch* 3, 4, 24 dan *switch* 13 yang diperoleh dengan jumlah iterasi 50 dan jumlah partikel 105, sehingga jaringan *mesh* yang ada telah berubah menjadi konfigurasi dengan jaringan radial *open loop* baru. Konfigurasi jaringan radial *open loop* baru dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tabel 4.4 di bawah ini :



Gambar 4.3
Kondisi Jaringan Setelah Rekonfigurasi

Tabel 4.5
Hasil Kombinasi Optimal Switch

No	Sebelum Rekonfigurasi		Setelah Rekonfigurasi	
	Bus	Posisi <i>Switch Open</i>	Bus	Posisi <i>Switch Open</i>
1	4 – 11	23	3 – 4	3
2	9 – 13	24	4 – 5	4
3	15 – 19	25	9 – 13	24
4	5 – 17	26	12 – 14	13

Kondisi jaringan radial *open loop* setelah dilakukan rekonfigurasi tersebut merupakan konfigurasi *open loop* dari berbagai kemungkinan konfigurasi jaringan yang ada dengan menggunakan parameter BPSO. Hasil minimalisasi rugi-rugi daya yang diperoleh merupakan hasil yang optimal. Kombinasi optimal *switching* didapat dengan proses sekitar 0:0:2:684 detik. Hasil aliran daya setelah proses rekonfigurasi dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6
Hasil Perhitungan Aliran Daya Setelah Rekonfigurasi

Bus	Tegangan		Daya Pembangkitan		Daya Pembebanan	
	V (pu)	Sudut (°)	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1.00000	0.00000	12.538	8.064	0.000	0.000
2	0.98579	-0.39783	0.00	0.00	1.319	0.782
3	0.98111	-0.53134	0.00	0.00	1.091	0.647
4	0.98010	-0.55923	0.00	0.00	1.303	0.773
5	0.97162	-0.64153	0.00	0.00	1.025	0.608
6	0.97096	-0.66055	0.00	0.00	0.240	0.142
7	0.96975	-0.69537	0.00	0.00	0.675	0.401
8	0.99358	-0.17795	0.00	0.00	0.449	0.266
9	0.98859	-0.31778	0.00	0.00	0.561	0.333
10	0.98495	-0.42085	0.00	0.00	0.500	0.297
11	0.98038	-0.55110	0.00	0.00	1.607	0.953
12	0.99138	-0.17294	0.00	0.00	0.190	0.113
13	0.98008	-0.39900	0.00	0.00	0.089	0.527
14	0.99067	-0.26152	0.00	0.00	0.428	0.254

15	0.99120	-0.24658	0.00	0.00	0.427	0.253
16	0.97244	-0.61760	0.00	0.00	0.543	0.322
17	0.97215	-0.62594	0.00	0.00	0.137	0.081
18	0.99507	-0.13726	0.00	0.00	0.288	0.171
19	0.99219	-0.21851	0.00	0.00	0.058	0.034
20	0.98350	-0.46380	0.00	0.00	0.699	0.414
21	0.98288	-0.48153	0.00	0.00	0.153	0.091
22	0.98294	-0.47975	0.00	0.00	0.343	0.203
23	0.98166	-0.51647	0.00	0.00	0.248	0.147

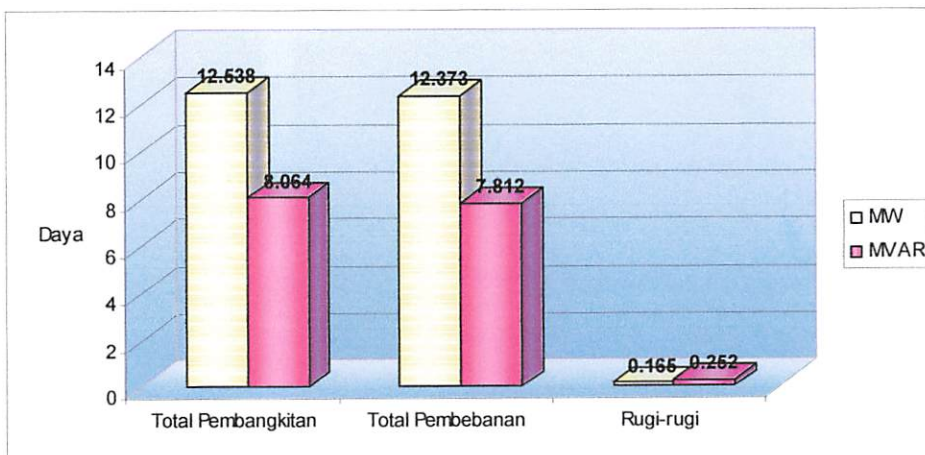
Keterangan : Bus 1 merupakan slack bus, bus 2 sampai dengan 23 merupakan bus beban

Hasil rugi daya setelah dilakukan rekonfigurasi dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini :

Tabel 4.7
Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya Setelah Rekonfigurasi

Total Pembangkitan		Total Pembebanan		Total Rugi Daya	
P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)
12.538	8.064	12.373	7.812	0.165	0.252

Dari tabel 4.6 di atas, total pembangkitan, pembebanan dan rugi-rugi daya dapat digambarkan dalam bentuk grafik 4.2 sebagai berikut :



Grafik 4.2
Grafik Hasil Pembangkitan , Pembebanan dan Rugi-rugi Daya Setelah Rekonfigurasi

4.5.2. Perhitungan Beban Tiap Penyulang Pada Kondisi Setelah Rekonfigurasi

Dari lampiran tabel A5 pengelompokan *switch* dapat diketahui jumlah beban tiap penyulang setelah rekonfigurasi sebagai berikut :

Jumlah beban penyulang Mawar 2802,42 kVA

$$I \text{ nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3}xV} = \frac{2802,42x10^3}{\sqrt{3}x20x10^3} = 80,89 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{80,89}{300} \times 100\% = 26,96\%$$

Jumlah beban penyulang Glintung 5141,13 kVA

$$I \text{ nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3}xV} = \frac{5141,13x10^3}{\sqrt{3}x20x10^3} = 148,41 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{148,41}{300} \times 100\% = 49,37\%$$

Jumlah beban penyulang Asahan 3372,91 kVA

$$I \text{ nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3}xV} = \frac{3372,91x10^3}{\sqrt{3}x20x10^3} = 97,36 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{97,36}{300} \times 100\% = 32,45\%$$

Jumlah beban penyulang Wendit 3074,4 kVA

$$I \text{ nominalnya adalah } I_n = \frac{VA}{\sqrt{3}xV} = \frac{3074,4x10^3}{\sqrt{3}x20x10^3} = 88,75 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentasenya sebesar : } \frac{88,75}{300} \times 100\% = 29,58\%$$

Dilihat dari hasil perhitungan, beban pada penyulang-penyulang setelah rekonfigurasi tidak sampai melebihi 80%, paling tinggi adalah 49,37 % yang terdapat pada penyulang Glintung.

Dari segi teknis apabila *switch-switch* pada pangkal tiap penyulang terputus beban yang dialihkan masih dapat disuplai oleh penyulang lainnya. Sebagai contoh dapat di lihat pada tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4.8
Perhitungan Beban Pada Saat Terjadi Pengalihan Beban Setelah Rekonfigurasi

Switch yang terputus	Penyulang penyuplai	Beban (kVA)	Arus (Amp)	%
S1 terputus (P. Mawar)	P. Glintung	7943,55	229,31	76,43 %
S7 terputus (P. Glintung)	P. Mawar	7943,55	229,31	76,43 %
S7 terputus (P. Glintung)	P. Asahan	8514,04	245,78	81,92 %
S11 terputus (P. Asahan)	P Glintung	8514,04	245,78	81,92 %
S11 terputus (P. Asahan)	P. Wendit	6447,31	186,11	62,04 %
S17 terputus (P Wendit)	P. Asahan	6447,31	186,11	62,04 %

Di lihat pada tabel di atas pengalihan beban pada penyulang Glintung terdapat dua alternatif yaitu dialihkan ke penyulang Asahan pembebanannya sebesar 81,92 % dan jika dialihkan ke penyulang Mawar dengan pembebanan sebesar 76,43 %. Demikian juga pada penyulang Asahan, apabila dialihkan ke penyulang Glintung pembebanannya sebesar 81,92 % dan jika dialihkan ke penyulang Wendit pembebanannya sebesar 62,04 %.

4.6. Perbandingan Kondisi Pembebanan Tiap Penyulang, Besar Tegangan di Setiap Bus dan Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi

Untuk memudahkan mengambil kesimpulan dari hasil perhitungan sebelum dan setelah rekonfigurasi maka dilakukan perbandingan, yaitu perbandingan hasil perhitungan kondisi pembebanan tiap penyulang, perhitungan tegangan dan sudut fasa dan tingkat rugi-rugi daya yang selengkapnya dapat di lihat di bawah ini.

4.6.1. Hasil Perhitungan Kondisi Pembebanan Tiap Penyulang

Hasil kondisi pembebanan sebelum dan setelah rekonfigurasi dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini :

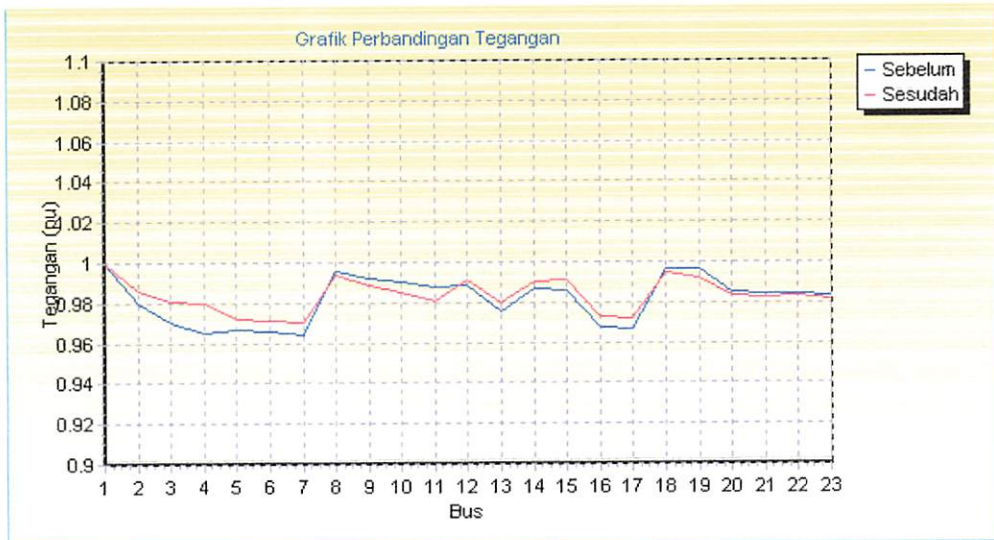
Tabel 4.9
Hasil Perhitungan Kondisi Pembebanan Tiap Penyulang Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi

Nama Penyulang	Sebelum Rekonfigurasi			Setelah Rekonfigurasi		
	Jumlah Beban kVA	Jumlah In Ampere	%	Jumlah Beban kVA	Jumlah In Ampere	%
Mawar	6574,77	189,79	63,26	2802,42	80,89	26,96
Glantung	3625,65	104,66	34,88	5141,13	148,41	49,37
Asahan	2110,11	60,91	20,30	3870,59	111,73	32,45
Wendit	2080,33	60,05	20,01	2576,72	74,38	29,58

4.6.2. Hasil Perhitungan Tegangan dan Sudut Fasa

Pada proses perhitungan semua data yang digunakan dirubah dalam satuan per-unit. Dimana nilai dasar yang digunakan adalah 20 kV untuk tegangan dan 30 MVA untuk daya.

Dengan mengacu pada 4 penyulang GI Blimbing Malang yang memiliki 23 bus (bus 1 sebagai bus referensi) dan 22 saluran, maka asumsi awal dari nilai $V_p^{(0)} = 1$ pu dan $\delta_p^{(0)} = 0^\circ$. Berikut ini adalah grafik perbandingan tingkat tegangan dan sudut tegangan pada tiap bus.



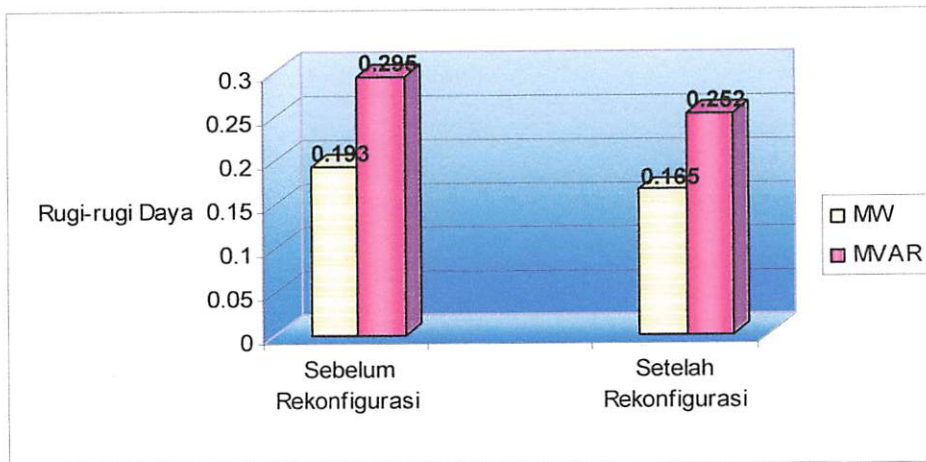
Grafik 4.3
Grafik Perbandingan Tegangan Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi

Dilihat dari grafik bahwa nilai tegangan terendah sebelum rekonfigurasi sebesar 0,96445 pu yang terdapat pada bus 7, sedangkan setelah dilakukan rekonfigurasi nilai tegangan terendah sebesar 0.96975pu pada bus 7.

4.6.3. Perbandingan Tingkat Rugi-rugi Daya

Total rugi-rugi daya sebelum rekonfigurasi adalah $0,193 + j0,295$ MVA sedangkan total rugi-rugi daya setelah rekonfigurasi adalah $0,165 + j0,252$ MVA. Dari hasil perhitungan perhitungan dapat dilihat bahwa selisih total rugi-rugi daya turun sebesar $0,028 + j0,043$ MVA.

Hal ini dapat dilihat pada grafik 4.4 perbandingan total rugi daya sebelum dan setelah rekonfigurasi di bawah ini.



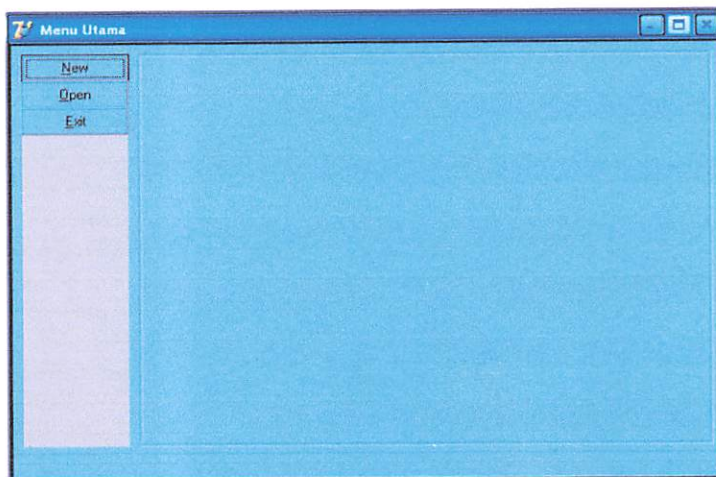
Grafik 4.4

Grafik Perbandingan Total Rugi Daya Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi

4.7. Tampilan Program

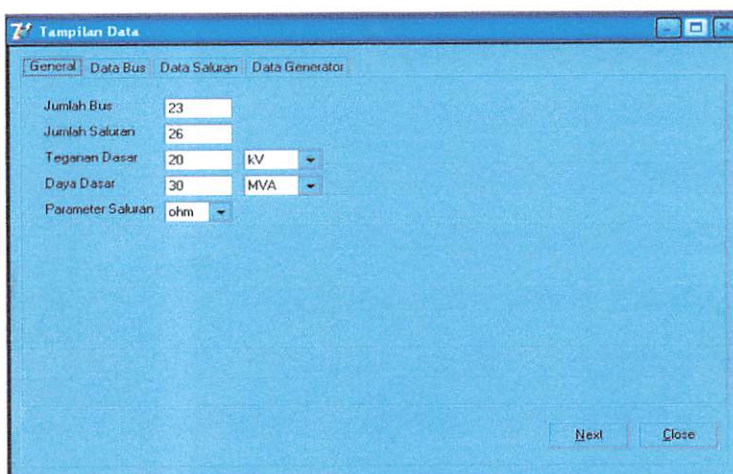
Program dalam skripsi ini di jalan dengan menggunakan program Borland Delphi 7.0 dan diaplikasikan pada komputer menggunakan sistem operasi Windows XP, Prosesor Pentium 4 1,8 GHz memori 256 MB, mengenai jalankan program ikuti prosedur sebagai berikut :

1. Tampilan utama dari program.



Gambar 4-4 Tampilan Menu Utama Program

2. Tekan tombol *open* untuk membuka *file* sesudah tersimpan.



Gambar 4-5 Tampilan Input Data General GI Blimbing

3. Kemudian pilih tombol data bus.

Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Cap (ohm)	Type Bus
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1.319	0.782	0	3
3	1	0	0	0	1.091	0.647	0	3
4	1	0	0	0	1.303	0.773	0	3
5	1	0	0	0	1.025	0.608	0	3
6	1	0	0	0	0.24	0.142	0	3
7	1	0	0	0	0.675	0.401	0	3
8	1	0	0	0	0.449	0.266	0	3
9	1	0	0	0	0.561	0.333	0	3
10	1	0	0	0	0.5	0.297	0	3
11	1	0	0	0	1.607	0.953	0	3
12	1	0	0	0	0.19	0.113	0	3
13	1	0	0	0	0.089	0.527	0	3
14	1	0	0	0	0.428	0.254	0	3
15	1	0	0	0	0.437	0.253	0	3

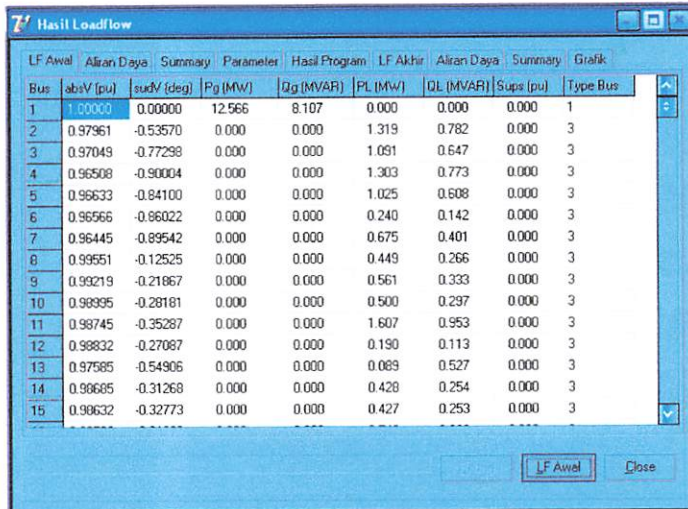
Gambar 4-6 Tampilan Data Bus

4. Kemudian pilih tombol data saluran.

No	Dari	Ke	R (ohm)	X (ohm)	Lc (ohm)	Tr	Tu	Su (deg)	Kap (MVA)
1	1	2	1.2142	1.856	0	0	0	0	10000
2	2	3	0.8832	1.3501	0	0	0	0	10000
3	3	4	1.0896	1.6657	0	0	0	0	10000
4	4	5	0.8425	1.288	0	0	0	0	10000
5	5	6	0.1464	0.2238	0	0	0	0	10000
6	6	7	0.3628	0.5546	0	0	0	0	10000
7	1	8	0.2986	0.4564	0	0	0	0	10000
8	8	9	0.2581	0.3946	0	0	0	0	10000
9	9	10	0.2197	0.3358	0	0	0	0	10000
10	10	11	0.3226	0.4931	0	0	0	0	10000
11	1	12	0.5349	0.8177	0	0	0	0	10000
12	12	13	0.7444	1.1379	0	0	0	0	10000
13	12	14	0.3559	0.544	0	0	0	0	10000
14	14	15	0.3559	0.544	0	0	0	0	10000

Gambar 4-7. Tampilan Data Saluran

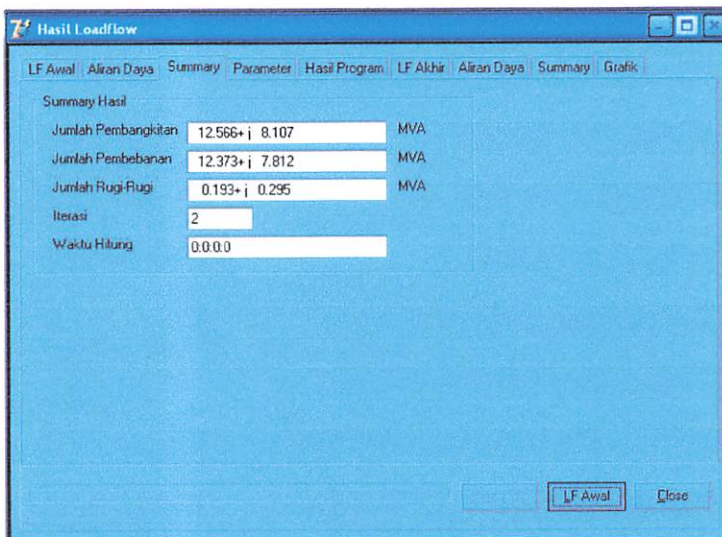
5. Tekan *next* kemudian tekan tombol hitung *load flow* dengan *Newton Raphson* untuk melihat *load flow* pada kondisi awal.



Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Supr (pu)	Type Bus
1	1.00000	0.00000	12.566	8.107	0.000	0.000	0.000	1
2	0.97961	-0.53570	0.000	0.000	1.319	0.782	0.000	3
3	0.97049	-0.77298	0.000	0.000	1.091	0.647	0.000	3
4	0.96508	-0.90004	0.000	0.000	1.303	0.773	0.000	3
5	0.96533	-0.84100	0.000	0.000	1.025	0.608	0.000	3
6	0.96566	-0.86022	0.000	0.000	0.240	0.142	0.000	3
7	0.96445	-0.89542	0.000	0.000	0.675	0.401	0.000	3
8	0.96551	-0.12525	0.000	0.000	0.449	0.266	0.000	3
9	0.99219	-0.21867	0.000	0.000	0.561	0.333	0.000	3
10	0.98895	-0.28181	0.000	0.000	0.500	0.297	0.000	3
11	0.98745	-0.35287	0.000	0.000	1.607	0.953	0.000	3
12	0.98832	-0.27087	0.000	0.000	0.190	0.113	0.000	3
13	0.97585	-0.54906	0.000	0.000	0.089	0.527	0.000	3
14	0.96685	-0.31268	0.000	0.000	0.428	0.254	0.000	3
15	0.96632	-0.32773	0.000	0.000	0.427	0.253	0.000	3

Gambar 4-8 Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya tiap-tiap Bus (Sebelum Rekonfigurasi)

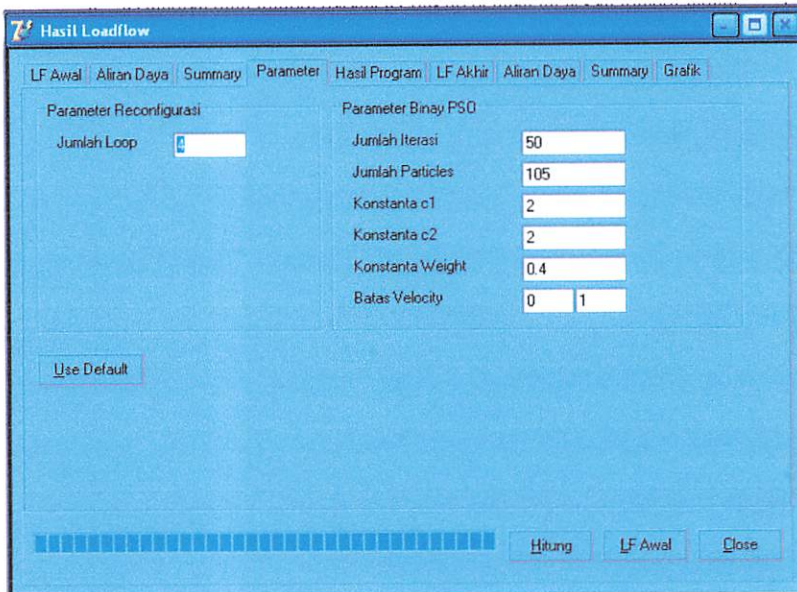
6. Pilih tombol *summary* untuk melihat hasil perhitungan daya pembangkitan, pembebanan dan rugi daya pada kondisi awal.



Summary Hasil		
Jumlah Pembangkitan	12.566+ j 8.107	MVA
Jumlah Pembebanan	12.373+ j 7.812	MVA
Jumlah Rugi-Rugi	0.193+ j 0.295	MVA
Iterasi	2	
Waktu Hitung	0.0.0.0	

Gambar 4-9 Tampilan Hasil Perhitungan Daya Pembangkitan , Pembebanan dan Rugi Daya (Sebelum Rekonfigurasi)

7. Kemudian pilih tombol parameter diikuti dengan menekan tombol hitung.



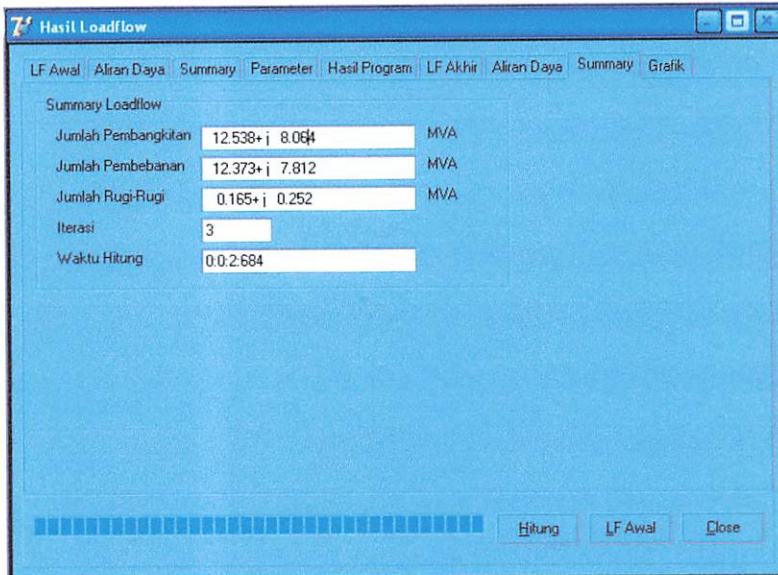
Gambar 4-10 Tampilan Parameter BPSO

8. Kemudian tekan tombol *load flow* akhir untuk mengetahui kondisi akhir jaringan.

Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Sups (pu)	Type Bus
1	1.00000	0.00000	12.538	8.064	0.000	0.000	0.000	1
2	0.98579	-0.39783	0.000	0.000	1.319	0.782	0.000	3
3	0.98111	-0.53134	0.000	0.000	1.091	0.647	0.000	3
4	0.98010	-0.55923	0.000	0.000	1.303	0.773	0.000	3
5	0.97162	-0.64153	0.000	0.000	1.025	0.608	0.000	3
6	0.97096	-0.66055	0.000	0.000	0.240	0.142	0.000	3
7	0.96975	-0.69537	0.000	0.000	0.675	0.401	0.000	3
8	0.99358	-0.17795	0.000	0.000	0.449	0.266	0.000	3
9	0.98859	-0.31778	0.000	0.000	0.561	0.333	0.000	3
10	0.98495	-0.42085	0.000	0.000	0.500	0.297	0.000	3
11	0.98038	-0.55110	0.000	0.000	1.607	0.953	0.000	3
12	0.99138	-0.17294	0.000	0.000	0.190	0.113	0.000	3
13	0.98008	-0.39900	0.000	0.000	0.089	0.527	0.000	3
14	0.99067	-0.26152	0.000	0.000	0.428	0.254	0.000	3
15	0.99120	-0.24658	0.000	0.000	0.427	0.253	0.000	3

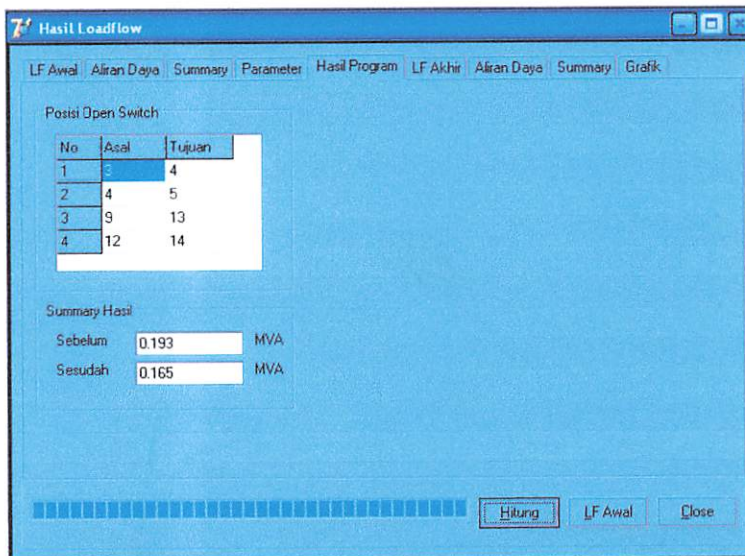
Gambar 4-11 Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan Dan Daya tiap-tiap Bus (Setelah Rekonfigurasi)

9. Untuk melihat hasil perhitungan daya pembangkitan, pembebanan dan rugi daya pilih tombol *summary* setelah rekonfigurasi.



Gambar 4-12 Hasil Perhitungan Daya Pembangkitan, Pembebanan Dan Rugi Daya (Setelah Rekonfigurasi)

10. Tekan tombol hasil program untuk mengetahui hasil kombinasi *switch*.



Gambar 4.13 Hasil Posisi *Open Switch*

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil analisa data yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada kondisi sebelum dilakukan rekonfigurasi status *switch* dalam keadaan *open* adalah *switch* 23, 24, 25 dan 26 dan pada kondisi setelah dilakukan rekonfigurasi status *switch* dalam keadaan *open* adalah *switch* 3, 4, 24, dan 13.
2. Rugi-rugi daya sebelum dilakukan rekonfigurasi jaringan adalah sebesar $0.193 + j0.295$ MVA dan setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan rugi-rugi daya menjadi $0.165 + j0.252$ MVA atau turun sebesar $0.028 + j0.043$ MVA (14,51 %).
3. Nilai tegangan terendah sebelum rekonfigurasi sebesar 0,96445 pu yang terdapat pada bus 7, sedangkan setelah dilakukan rekonfigurasi nilai tegangan terendah sebesar 0.96975 pu pada bus 7.
4. Penentuan kombinasi *switching* yang dilakukan harus memperhatikan dari segi teknis yaitu apabila terjadi pemutusan *switch* pada pangkal penyulang, beban yang dialihkan ke penyulang lain masih dapat disuplai dan tidak melebihi batas 80 % dari pembebanan.

5.2. SARAN

Dengan diperoleh hasil seperti pada kesimpulan, maka rekonfigurasi dengan menggunakan metode BPSO dapat dijadikan sebagai masukan bagi instansi yang terkait, terutama GI Blimbing.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Djiteng Marsudi, 1990," **Operasi Sistem Tenaga Listrik**", Balai Penerbit Dan Humas ISTN
- [2]. Hasan Basri, "**Sistem Distribusi Tenaga Listrik**".
- [3] William D Stevenson, Jr. "**Analisa Sistem Tenaga Listrik**". Edisi ke empat, Erlangga, Jakarta, 1993.
- [4] Kursus Operasi dan Pemeliharaan Distribusi (Dasar), PT PLN.
- [5] Xiaoling Jin, Jianguo Zhao, Ying Sun, Kejun Li, Boqin Zhang, "***Distribution Network Reconfiguration for Load Balancing Using Binary Particle Swarm Optimization***", IEEE International Conference Power System Technology -POWERCON 2004, 21-24 November 2004.
- [6] Chunming Yang and Dan Simon,"***A New Particle Swarm Optimization Technique***", Electrical and Computer Engineering Department Cleveland State University Cleveland, Ohio 44115 c.yang@csuohio.edu
- [7] Matthew Settles, "***An Introduction to Particle Swarm Optimization***", Department of Computer Science, University of Idaho, Moscow, Idaho U.S.A 83844, November 7, 2005.
- [8] Hyeong Soo Chang, "***Computational Intelligence Optimization: Particle Swarm Optimization and Ant Colony Optimization, A Gentle Introduction***" Department of Computer Science and Engineering Sogang University.
- [9]. Turan Gonen,"**Electric Power Distribution System Engineering**,"Mc Graw Hill, 1986

LAMP IRAN



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S – 1)
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**


LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

- 1. Nama Mahasiswa : Giri Sudiarto**
2. NIM : 98 . 12 . 040
3. Jurusan : Teknik Elektro (S – 1)
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : Analisis Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Keseimbangan Beban Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization
6. Tanggal Mengajukan Skripsi : 18 Pebruari 2006
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 25 September 2006
8. Dosen Pembimbing : Ir. H. Tafik Hidayat, MT
9. Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 85 (Delapan Puluh Lima)

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


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 950 0274

**Malang, September 2006
Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing**


Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700151



**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 Mahasiswa : Giri Sudiarto
2. NIM : 98 . 12 . 040
3. Jurusan : Teknik Elektro (S – 1)
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : Analisis Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Keseimbangan Beban Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization

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

Hari : Senin

Tanggal : 25 September 2006

Dengan Nilai : 78,55 (Tujuh Puluh Delapan Koma Lima Lima) / B⁺



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekretaris

Anggota Penguji

Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE
Penguji Pertama

Irrine Budi S., ST, MT
Penguji Kedua



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Senin
Tanggal : 25 September 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama Mahasiswa : GIRI SUDIARTO
NIM : 98.12.040
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Energi Listrik
Judul Skripsi :

**ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK
KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE BINARY
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION**

Perbaikan meliputi :

No	Materi perbaikan	Keterangan
1	<ul style="list-style-type: none">❖ Penjelasan tentang subjaringan-jaringan yang digabung menghasilkan simpul-simpul❖ Penjelasan posisi penyambungan yang sesungguhnya di lapangan	

Mengetahui/menyetujui

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
Dosen Pembimbing

Diperiksa

Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE
Penguji Pertama



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Senin
Tanggal : 25 September 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama Mahasiswa : GIRI SUDIARTO
NIM : 98.12.040
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Energi Listrik
Judul Skripsi :

**ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK
KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE BINARY
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION**

Perbaikan meliputi :

No	Materi perbaikan	Keterangan
1	❖ Abstrak ❖ Flowchart halaman 39 ❖ Flowchart halaman 43	

Mengetahui/menyetujui

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
Dosen Pembimbing

Diperiksa

Irrine Budi S., ST, MT
Penguji Kedua

PT. PLN (PERSERO)

DISTRIBUSI JAWA TIMUR

AREA PELAYANAN & JARINGAN MALANG

0341 - 326034 (Hunting)
211

Facsimile : 0341 - 362046

Nomor : 1109 /330/ APJ-MLG/ 2006
Surat Sdr.No : ITN-1805/III.TA/2/06
Aspek : -
Perihal : Survey

Malang , 26 Juli 2006

Kepada
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional
Di
MALANG

Dengan Hormat,

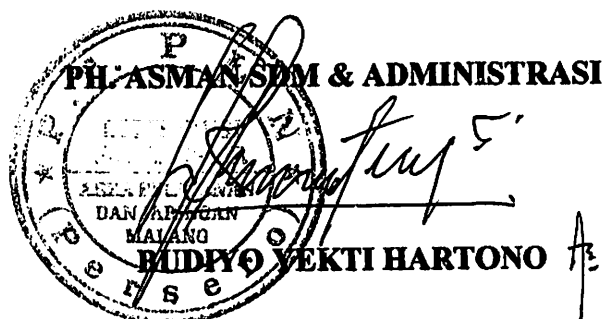
Menindaklanjuti surat Saudara nomor ITN-1805/III.TA/2/06 tanggal 29 Juni 2006 perihal tersebut di atas, maka dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan mahasiswa saudara atas nama :

GIRI SUDIARTO NIM: 99.12.040

Untuk melaksanakan Survey di PT. PLN (PERSERO) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 24 Juli 2006 sampai dengan 04 Agustus 2006 dengan catatan PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.

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

Demikian agar menjadikan maklum.



Tembusan:

1. Supervisor terkait
2. Manajer Uj & UPJ terkait



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

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/ Teknik Elektronika

1	Nama Mahasiswa :	GIPRI SUDIARTO	Nim :	9812040
2	Waktu pengajuan	Tanggal :	Bulan :	Tahun :
3	Spesifikasi judul (berilah tanda silang)			
	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen		
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer		
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi		
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> h. lainnya		
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) :		Mengetahui, Ketua Jurusan	
	<i>H. Taufiq Hidayat, MT</i>		<i>[Signature]</i> Ir. E. Yudi Impraptono, MT Nip. Y. 1039500274	
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI BANTUK KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION		
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu			
Catatan :				
7	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu		Disetujui, Dosen	, 200.....
		<i>[Signature]</i> <i>H. Taufiq Hidayat, MT</i>		

Perhatian :

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



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

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika^{*)}

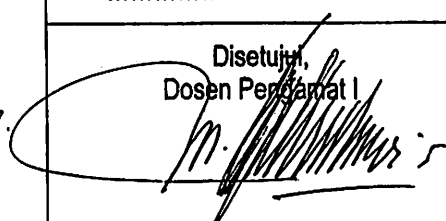
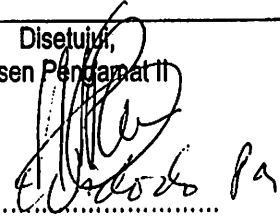
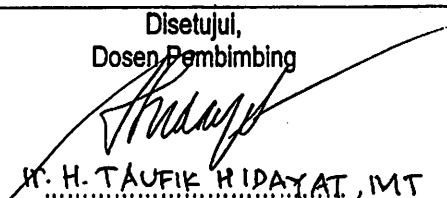
1	Nama Mahasiswa : GIRI SUDIARTO		Nim : 9811040	
2	Keterangan	Tanggal 18	Waktu 9.30	Tempat
	Pelaksanaan			Ruang : Seminar
3	Spesifikasi judul ^{**) :}			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	c. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konversi Energi	d. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	e. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	f. lainnya		
4	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISA REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION		
5	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian		
6	Catatan :			
7	Persetujuan Judul Skripsi :			
	Disetujui, Dosen Keahlian I 	Disetujui, Dosen Keahlian II 		
	Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs. Ir. H. Taufik Hidayat, MT		

Perhatian :
 *) coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c, atau g. sesuai bidang keahlian.



BERITA ACARA SEMINAR SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>GIRI SUDIARTO</u>	Nim: <u>9812040</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>18-09-2006</u>
Waktu		
Tempat		
Ruang: <u>SIDANG</u>		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI</u> <u>UNTUK KESEIMBANGAN BEBAN MENGGUNAKAN</u> <u>METODE BINARY PARTICLE SWARM</u> <u>OPTIMIZATION</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian/Pengamat
6.	Keputusan: Dari hasil penilaian sejumlahorang dosen keahlian danorang dosen pengamat sesuai format penilaian terlampir, peserta seminar tersebut diatas (1) dengan judul skripsi (4) dinyatakan LULUS/TIDAK LULUS *) dengan nilai Kumulatif:(angka) atau(huruf)	
Persetujuan Judul Skripsi		
Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II
.....	
7.	Disetujui, Dosen Pengamat I	Disetujui, Dosen Pengamat II
		
Mengetahui, Ketua Jurusan.		Disetujui, Dosen Pembimbing
<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274		 <u>H. H. TAUFIK HIDAYAT, MT</u>

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

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



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

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

RSERO) MALANG
AGA MALANG

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

Malang, 14 Sept. 2006

Nomor : ITN-1703/I.SKP /2/'06
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

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

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam perpanjangan masa bimbingan skripsi yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : GIRI SUDIARTO
Nim : 9812040
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan Kembali sepenuhnya kepada Saudara/I, selama masa waktu **6 (Enam) bulan** terhitung mulai tanggal:

18 Agustus 2006 s/d 18 Feb. 2007

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro, apabila lewat dari batas waktu tsb, maka, skripsinya akan digugurkan.
Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua
Jurusan Teknik Elektro

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

Tindakan :

1. *) Perpanjangan Kontrak
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip.

Form. S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Giri Sudiarto
Nim : 98.12.040
Masa Bimbingan : 18 Februari 2006 s/d 18 Agustus 2006
Judul Skripsi : Analisa Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Keseimbangan Beban Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.		Selesaikan Bab IV	
2.		teori bab IV sistem tenaga	
3.		Bab IV, berikan contoh perhitungan baru ditabelkan	
4.		flowchart (alman daya) dibab III saya	
5.		Selesai bab V	
6.		Kesimpulan diutamakan. Berdiskusi kondisi sebelum & sesudah	
7.		Selesaikan dengan tujuan	
8.		menentukan angka? dalam kesimpulan	
9.		Langkah bab III	
10.		Bab III, masalah teori metode sebut parameter masing?	

Malang, 2006
Dosen Pembimbing,

(Ir.H. Taufik Hidayat, MT)

Form S-4b

Tabel A1
Data Beban Penyulang Penyulang Mawar

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVa)	Persen Beban %	Baban Trafo (kVA)
1	186	150	0	0
	764	200	67.74	135.47
	588	160	60.05	96.08
	424	250	70.69	176.73
	1124	200	37.26	74.52
	270	150	81.99	122.98
	775	250	57.18	142.96
	744	160	82.66	132.25
	306	160	49.6	79.35
	1069	100	69.3	69.3
	370	150	0	0
	455	250	59.38	148.46
	1101	100	83.31	83.31
	369	150	0	0
	425	100	47.88	47.88
	605	100	61.25	61.25
	542	150	55.69	83.54
	1108	100	79.56	79.56
Jumlah				1533.64
2	253	150	82.21	123.32
	1157	160	47.45	75.92
	737	250	57.79	144.48
	193	250	78.23	195.57
	284	150	69.1	103.65
	920	100	48.39	48.39
	290	150	86.08	129.12
	585	200	71.17	142.34
	615	250	70.19	175.47
	408	200	65.26	130.52
	972	200	0	0
	Jumlah			
3	527	150	60.46	90.69
	543	150	60.3	90.45
	390	150	56.06	84.1
	485	200	45.84	91.69
	305	160	66.85	106.96
	741	160	50.26	80.42
	133	150	0	0
	584	160	81.3	130.08
	230	200	67.14	134.29

	110	150	73.33	110
	409	150	75.43	113.14
	231	160	71.27	114.04
	32	100	67.87	67.87
	335	150	68.67	103.01
	1079	100	28.67	28.67
	520	160	44.83	71.73
	358	150	65.56	98.34
	Jumlah			1515.48
4	235	150	60.46	90.69
	315	150	60.3	90.45
	1093	150	56.06	84.1
	729	200	45.84	91.69
	38	160	66.85	106.96
	15	160	50.26	80.42
	706	150	0	0
	1071	160	81.3	130.08
	21	200	78.23	195.57
	244	150	73.33	110
	36	150	65.56	98.34
	237	160	71.27	114.04
	Jumlah			1192.34
5	240	160	52.25	83.6
	22	150	86.18	129.27
	323	150	0	0
	150	100	66.16	66.16
Jumlah			279.03	
6	1095	100	86.58	86.58
	565	160	1.29	2.06
	361	160	0	0
	777	250	62.26	155.65
	53	150	84	126
	265	150	53.82	80.73
	1084	200	0	0
	570	160	50.31	80.5
	122	150	97.23	145.84
	412	160	0	0
	100	100	25.76	25.76
	689	160	0	0
	857	200	21.95	43.9
	460	1250	0	0
	937	160	0	0
273	200	19.24	38.48	
Jumlah			785.5	

Tabel A2
Data Beban Penyulang Penyulang Glintung

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVa)	Persen Beban %	Baban Trafo (kVA)
1	196	200	78.98	157.96
	39	200	77.29	154.58
	996	200	0	0
	575	160	37.26	59.62
	141	200	75.1	150.19
	1125	340	0	0
	93	100	0	0
	Jumlah			
2	536	160	63.07	100.91
	281	160	0	0
	51	250	71.59	178.98
	1080	100	79.55	79.55
	1160	100	0	0
	148	250	42.59	106.48
	210	400	0	0
	16	250	74.78	186.96
	1119	630	0	0
	Jumlah			
3	211	150	85.57	128.35
	40	250	75.91	189.77
	398	160	42.79	68.46
	153	160	68.61	109.78
	1133	200	42.71	85.42
	Jumlah			
4	165	200	73.16	146.32
	107	100	53.82	53.82
	762	100	0	0
	437	100	75.73	75.73
	142	160	105.4	168.63
	449	250	0	0
	1145	160	0	0
	860	200	39.16	78.32
	1043	200	0	0
	432	200	14.63	29.25
	262	200	18.29	36.57
	114	150	16.25	24.38
	173	250	0	0
	598	150	81.21	121.81
	138	160	72.35	115.76
	166	160	29.11	46.58

	703	250	84	210.01
	35	250	55.39	138.48
	59	160	55.41	88.65
	75	200	76.5	153
	137	150	69.9	104.85
	85	200	34.78	69.55
	529	160	9	14.4
	320	150	68.47	102.71
	58	150	52.88	79.33
	156	100	10.49	10.49
	Jumlah			1868.64

Tabel A3
Data Beban Penyulang Penyulang Asahan

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVa)	Persen Beban %	Baban Trafo (kVA)
1	267	100	80.46	80.46
	668	250	0	0
	865	200	0	0
	654	100	0	0
	88	250	0	0
	623	200	0	0
	125	150	15.38	23.07
	124	200	3.01	6.02
	128	100	3.16	3.16
	1015	630	0	0
	622	100	0	0
	757	630	0	0
	739	100	0	0
	495	200	17.18	34.35
	621	100	0	0
	660	160	0	0
	445	630	0	0
	286	200	37.18	74.36
	752	200	0	0
	582	160	0	0
285	25	0	0	
	Jumlah			221.42
2	667	160	0	0
	354	160	2.88	4.6
	1099	100	46.86	46.86
	83	100	51.98	51.98
	815	630	0	0
		Jumlah		

3	112	200	66.04	132.08
	146	250	57.29	143.22
	147	250	42.78	106.95
	301	100	76.04	76.04
	221	160	24.62	39.39
	Jumlah			497.68
4	924	200	0	0
	726	160	7.48	11.96
	694	160	0	0
	767	160	0	0
	734	160	15.53	24.84
	735	160	33.9	54.24
	875	100	36.9	36.9
	939	100	0	0
	899	1250	0	0
	938	200	18.42	36.84
	1034	100	0	0
	738	200	49.56	99.12
	834	160	0	0
	913	100	0	0
	960	160	0	0
	1082	100	16.01	16.01
	434	160	0	0
	373	160	46.31	74.1
	843	2600	0	0
	372	250	56.95	142.38
Jumlah			496.39	
5	384	75	21.9	16.43
	818	100	33.53	33.53
	314	150	82.26	123.39
	3	200	84.97	169.94
	906	100	0	0
	1081	160	54.31	86.9
	364	150	43.8	65.7
	2	200	68.03	136.06
	910	100	0	0
	Jumlah			631.95
6	234	100	62.65	62.65
	624	630	0	0
	851	160	0	0
	528	630	0	0
	279	200	48.29	96.58
	223	75	0	0
	899	1250	0	0
	Jumlah			159.23

Tabel A4
Data Beban Penyulang Penyulang Wendit

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVa)	Persen Beban %	Baban Trafo (kVA)
1	215	200	51.41	102.83
	577	250	92.97	232.42
	Jumlah			335.25
2	224	160	42.04	67.27
	Jumlah			67.27
3	727	160	0	0
	1041	100	0	0
	378	160	95.05	152.08
	705	50	0	0
	714	160	49.44	79.1
	763	160	70.54	112.86
	715	160	63.83	102.12
	681	150	40.14	60.21
	537	200	61.71	123.42
	854	100	45.98	45.98
	717	1250	0	0
	955	200	16.42	32.83
	956	100	55.18	55.18
	923	160	30.65	49.04
Jumlah			812.82	
4	185	150	0	0
	1054	160	74.59	119.34
	428	100	58.61	58.61
	469	630	0	0
	Jumlah			177.95
5	822	200	44.29	88.58
	768	160	22.06	35.3
	769	160	55.02	88.03
	864	200	27.69	55.39
	844	200	37.3	74.61
	974	160	21.41	34.26
	781	200	11.19	22.37
	Jumlah			398.54
6	1035	200	0	0
	1036	160	66.62	106.59
	999	25	0	0
	1000	200	35.31	70.62
	1001	200	8.06	16.13
	780	160	3.44	5.5
	554	160	0	0

				Jumlah			288,5
1055	200	5.72	11.44				
1056	20	0	0				
891	200	0	0				
1002	200	2.89	5.77				
1004	100	47.03	47.03				
1003	160	1.11	1.78				
749	25	7.14	1.78				
779	200	1	2.01				
606	160	12.4	19.85				
728	160	0	0				
1041	0	0	0				

Tabel A5
Pengelompokan Switch

Penyulang	Seksi	Switch	Jumlah Beban (kVA)
Mawar	1	1	1533.64
	2	2	1268.78
	3	3	1515.48
	4	4	1192.34
	5	5	279.03
	6	6	785.5
Glantung	1	7	522.35
	2	8	652.88
	3	9	581.78
	4	10	1868.64
Asahan	1	11	221.42
	2	12	103.44
	3	13	497.68
	4	14	496.39
	5	15	631.95
	6	16	159.23
Wendit	1	17	335.25
	2	18	67.27
	3	19	812.82
	4	20	177.95
	5	21	398.54
	6	22	288.5

Tabel A-6
Penghantar AAAC

Penampang Nominal (mm ²)	Jari-jari (mm)	Urut	GMR (mm)	Impedansi Urutan Positif (Ω/km)	Impedansi Urutan Nol (Ω/km)
16	2.2563	7	1.6380	2.0161 + j0.4036	2.1641 + j1.6911
25	2.8203	7	2.0475	1.2903 + j0.3895	1.4384 + j1.6770
35	3.3371	7	2.4227	0.9217 + j0.3790	1.0697 + j1.6665
50	3.9886	7	2.8957	0.6452 + j0.3678	0.7932 + j1.6553
70	4.7193	7	3.4262	0.4608 + j0.3572	0.6088 + j1.6447
95	5.4979	19	4.1674	0.3396 + j0.449	0.4876 + j1.6324
120	6.1791	19	4.6837	0.2688 + j0.3376	0.4168 + j1.6251
150	6.9084	19	5.2368	0.2162 + j0.3305	0.3631 + j1.6180
185	7.6722	19	5.8155	0.1744 + j0.3239	0.3224 + j1.6114
240	8.7386	19	6.6238	0.1344 + j0.3158	0.2824 + j1.6033

Pembagian Seksi Tiap Penyulang

Untuk memudahkan analisis, gambar *single line diagram* lampiran L1 - L4 diubah ke dalam bentuk gambar konfigurasi jaringan yang telah disusun perseksi seperti yang terlihat pada gambar 4.1 pada halaman 45. Penyusunan gambar 4.1 dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan pembagian seksi tiap penyulang. Pembagian seksi tiap penyulang ditentukan berdasarkan adanya pemisah-pemisah yaitu *Automatic Vacum Switch (AVS)*, dan *Load Break Switch (LBS)*, PGS (Pole Mounth SF6 gas Switch) yang terdapat pada lampiran *single line diagram* G1 Blimbing untuk *output* dari Trafo II.

Pembagian seksi pada masing-masing penyulang dapat dilihat pada gambar *single line diagram* yang telah dibagi perseksi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel Pembagian Seksi Tiap Penyulang

Penyulang	Seksi	Bus	Peralatan Pemisah	Terhubung ke penyulang lain dengan peralatan
MAWAR	I	2	LBS Borobudur (NC), LBS Kismadani (NC), AVS Cengger Ayam (NC)	-
	II	3	LBS Taman Budaya (NC), LBS Karang Tengah (NC)	-
	III	4	AVS cengger Ayam (NC), LBS Karang Tengah (NC), LBS	Terhubung ke Penyulang Glantung (Bus 11) dengan peralatan LBS Tawangmangu

			Tawangmangu (NO)	(A) dalam keadaan <i>Normally Open</i> (NO)
	IV	5	PGS Lembang (NC), AVS Oro-oro dowo (NC), LBS sanjaya (NC), LBS Hasanudin (NO)	Terhubung ke penyulang Asahan (Bus 17) dengan peralatan LBS Hasanudin (B) dalam keadaan <i>Normally Open</i> (NO)
	V	6	LBS Mayjend Panjaitan (NC), AVS Oro-oro dowo (NC)	-
	VI	7	LBS Mayjend panjaitan (NC), LBS Watugong (NO)	-
GLINTUNG	I	8	PGS Bantaran (NC)	-
	II	9	PGS Bantaran (NC), LBS Letjen Sutoyo (NC), LBS Ciliwung (NO)	Terhubung Ke Penyulang Asahan (Bus 13) Dengan Peralatan LBS Ciliwung (C) dalam keadaan <i>Normally Open</i> (NO)
	III	10	LBS Letjen sutoyo (NC), LBS Kaliurang (NC)	-
	IV	11	LBS Tawangmangu (NO), LBS Bondowoso (NO), AVS gresik (NO)	Terhubung ke Penyulang Mawar (bus 4) dengan peralatan LBS Tawangmangu (A) dalam keadaan normally open
	I	12	LBS Tenaga Utara (NO), PGS Laguna, LBS Karya Timur	-

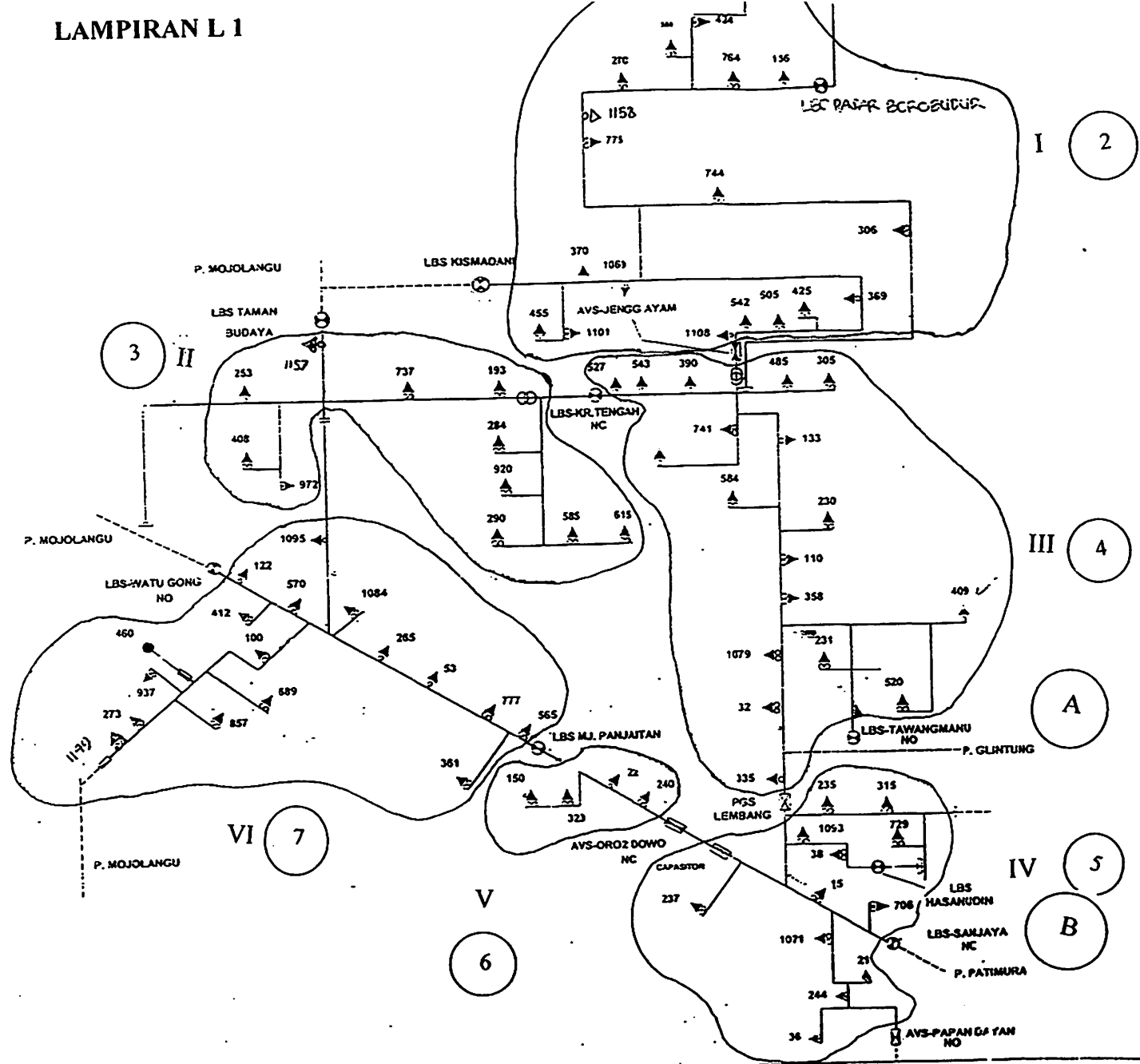
ASAHAN			(NC),	
	II	13	LBS Karya Timur (NC), AVS Mahakam (NC), LBS Indragiri (NO), LBS Ciliwung (NO)	Terhubung ke penyulang Glintung (Bus 9) dengan peralatan LBS Ciliwung (C) dalam keadaan <i>Normally Open</i> (NO)
	III	14	LBS SP Sudarmo /Pandean (NC), LBS Cibuni	-
	IV	15	LBS SP Sudarmo/Pandean (NC), PGS Laguna, LBS Kel. Blimbing (NO)	Terhubung ke penyulang Wendit (Bus 19) dengan peralatan LBS Kel Blimbing (D) dalam keadaan <i>Normally Open</i> (NO)
	V	16	AVS Mahakam (NC), AVS Patimura (NO)	-
	VI	17	LBS Hasanudin (NO)	Terhubung ke penyulang Mawar (Bus 5) dengan peralatan LBS Hasanudin (B) dalam keadaan <i>Normally Open</i> (NO)
WENDIT	I	18	LBS Teluk Grajakan (NC)	-
	II	19	AVS Mangliawan (NC), LBS Kel. Blimbing (NO)	Terhubung ke penyulang Asahan (Bus 15) dengan peralatan LBS kel. Blimbing (D) dalam keadaan <i>Normally Open</i> (NO)
	III	20	LBS Pengadilan (NO), LBS Etna Utara	-

			(NC), LBS Etna Selatan (NC),	
	IV	21	LBS Etna Utara (NC)	-
	V	22	LBS Etna Selatan (NC), LBS Araya (NC)	-
	VI	23	LBS Wonosalam (NO), LBS Araya (NC)	-

Keterangan: NO = *Normally Open*

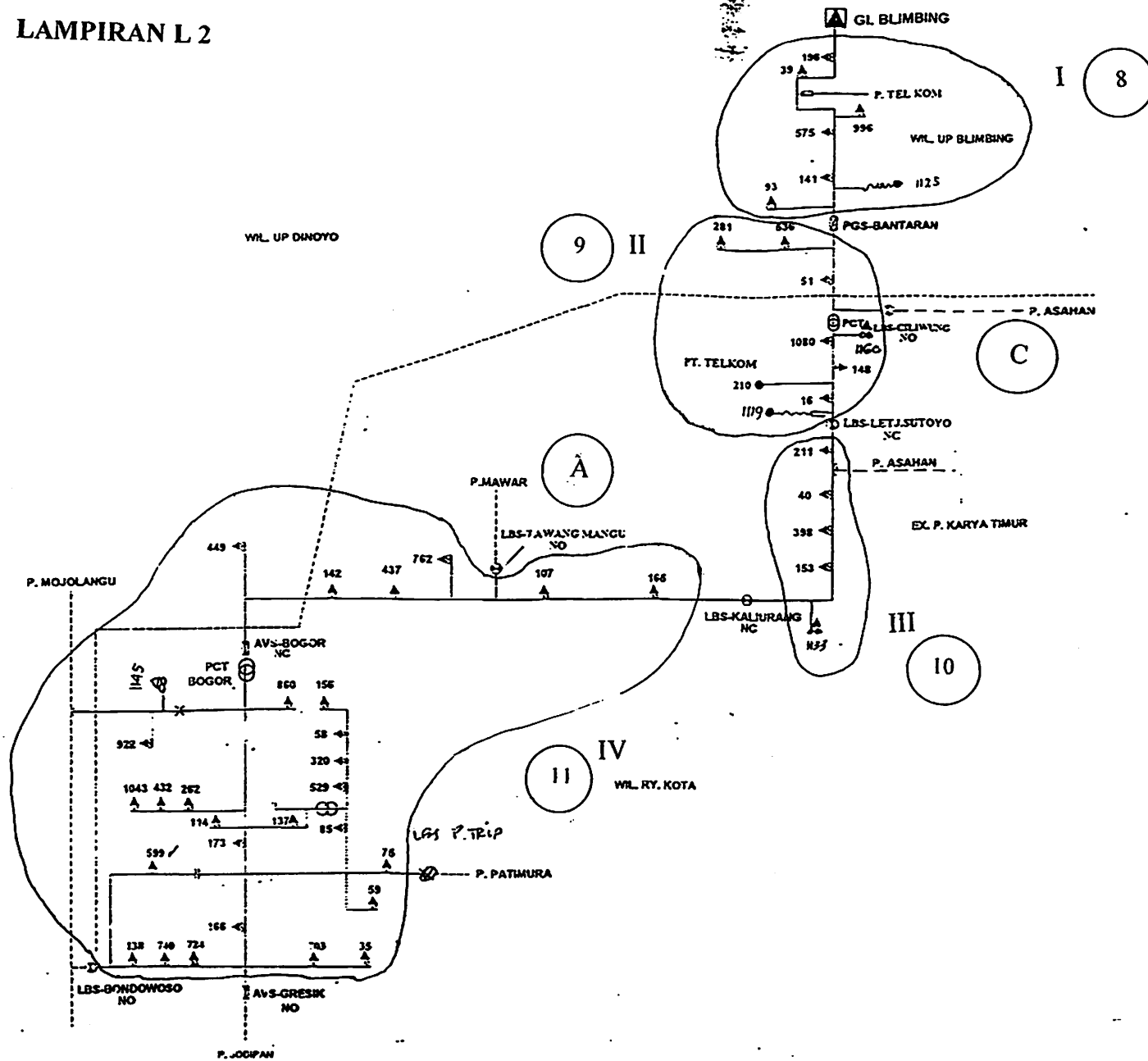
NC = *Normalyy Close*

LAMPIRAN L 1



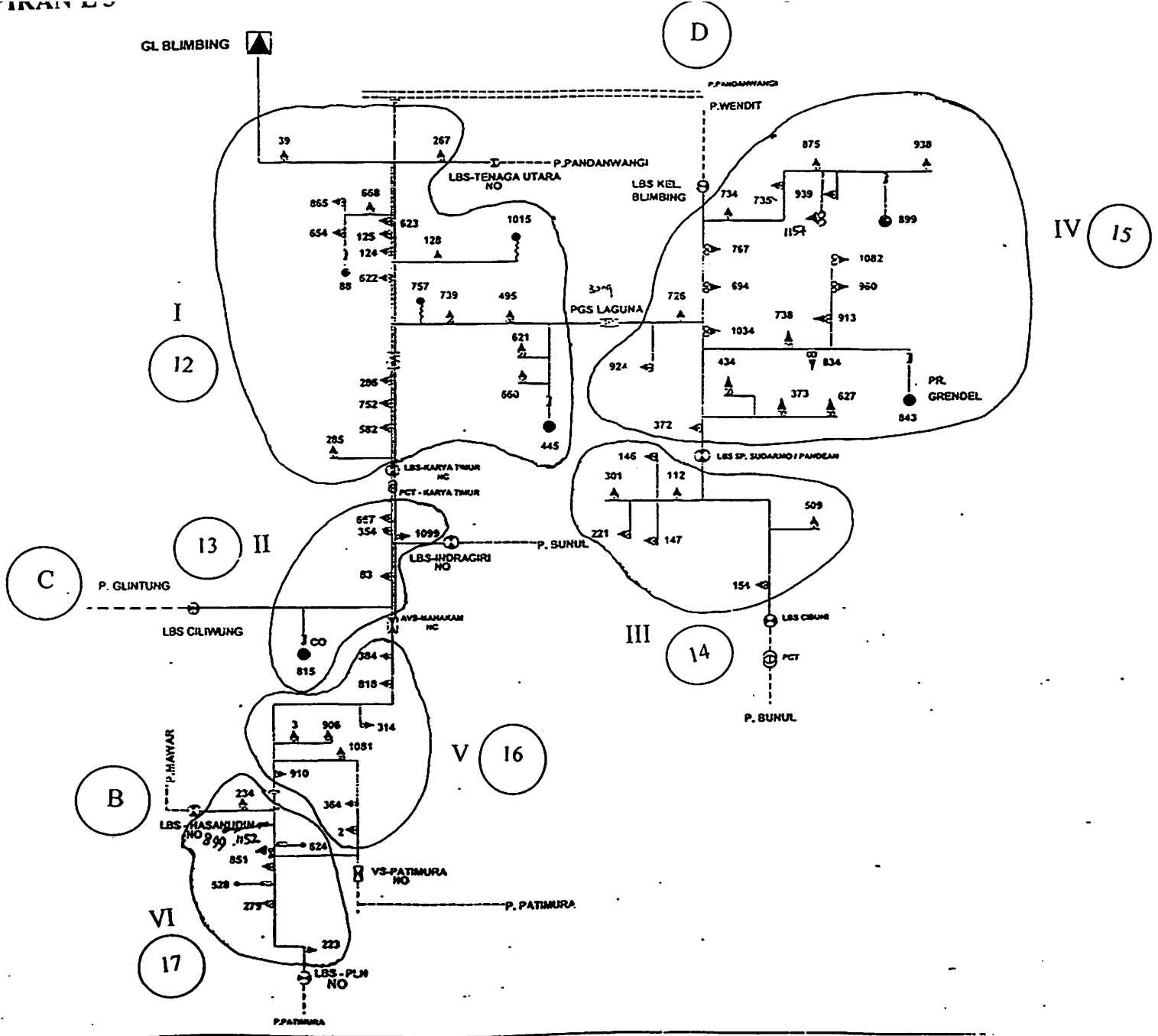
PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM AP&J MALANG		
P. MAWAR GL. BLIMBING		
DICAMBAI	DIPERIKSA	DISEKALIB
OPBET	DJAMAL D	ARSEP D

LAMPIRAN L 2



- ▲ G
- ⊗ PGS
- ⊗ AVS
- ⊗ CO
- ⊗ LBS
- ⊗ RECLOSER
- SUTIM 20 KV
- ⊗ PCT

	PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM AP&J MALANG	
	P. GLINTUNG GL BLIMBING	
DIKAMBAR	DIPERIKSA	DISETUIJ

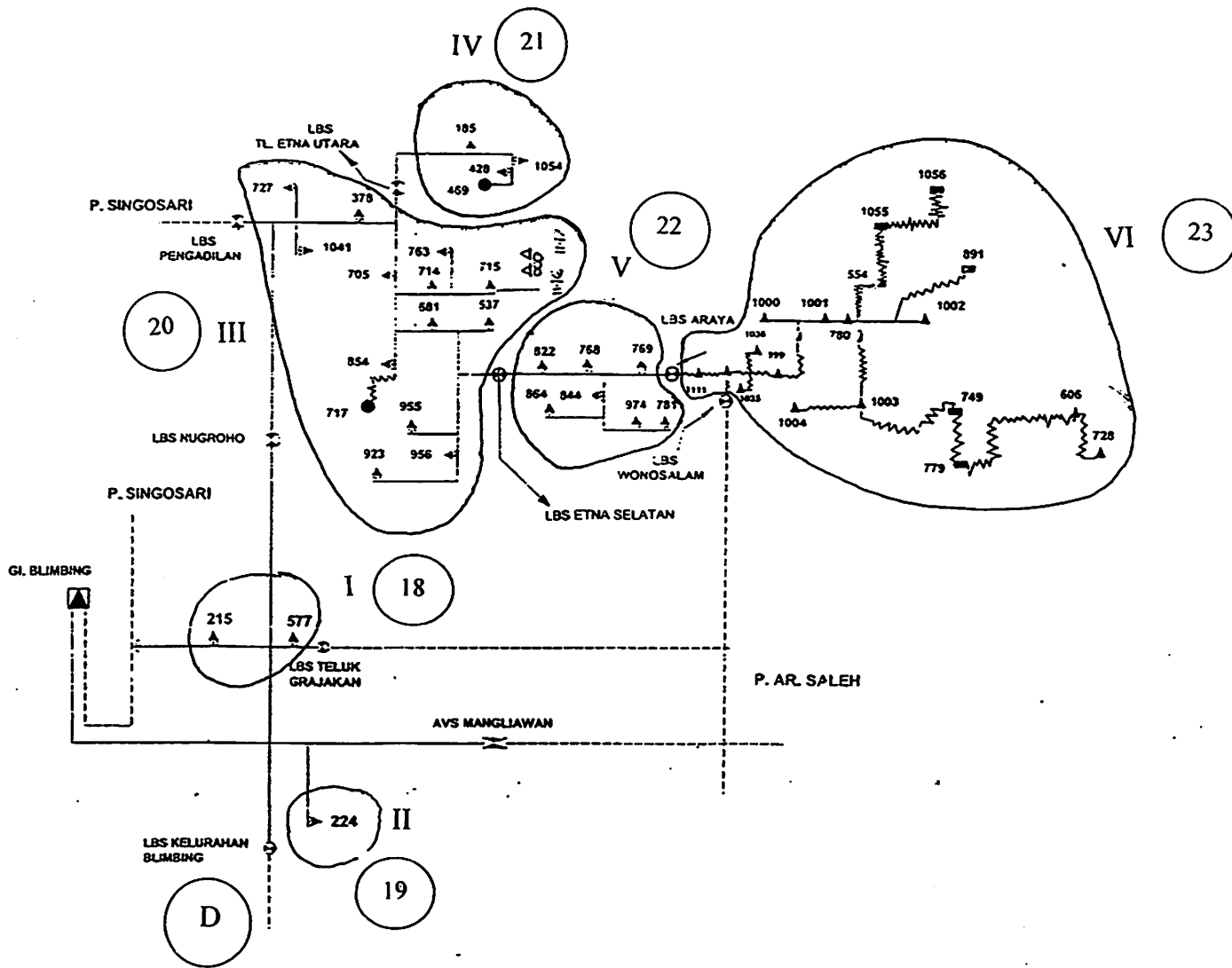


- PCT
- AVS
- PGB
- LBS
- RECLUSER
- 30KV 30KV
- PCT

PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
AP&J MALANG

P. ASAHAN
GL. BLIMBING

DIBANGUN	DIPERIKSA	DIAUTUSIR
OPDET	D. HANIKO P.	...



- 0
- PG
- AVS
- C
- LBS
- RECLOSER
- SUTM 20 KV
- PGT

PT. PLN (PERSERO)
 DISTRIBUSI JATIM
 APEJ MALANG

P. WENDIT
GI. BLIMBING

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DISETAP
OPORIT	DJUMAL D	ARMEP H

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
"UJ KOTA P GLINTUNG"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFU				TEG PADA			TEG $\theta - \theta$		BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN
					R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-O	O-O	T-O	R-S	S-T		
1	16	JL LETJEND. SUTOYO	250	27-02-2006	147		125					68		46		125		83		340	255	254	40	228	228	228	397		397	186.96	74.78
2	35	JL RETAWU	250	24-04-2006					69		46				160		149		229	197	195	54	223	223	223	389		389	138.48	55.39	
3	39	JL BOROBUDUR	200																0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00	
4	40	JL LETJEND. SUTOYO	250	01-03-2006	74		159					186		146					260	286	305	55	223	223	223	385		385	189.77	75.91	
5	51	JL LETJEND. SUPARMAN	250	27-02-2006	89		131					141		187					230	227	318	40	228	228	228	397		397	178.98	71.59	
6	58	JL JAKARTA	150	20-02-2006	50		56		28		48								78	159	104	46	226	226	226	396		396	79.33	52.88	
7	59	JL KURINCI	160	24-04-2006					56		139				39		24		95	136	163	48	225	225	225	390		390	88.65	55.41	
8	75	JL PAHLAWAN TRIP	200	20-02-2006	236		257												236	187	257	55	225	225	225	390		390	153.00	76.50	
9	85	JL SIMPANG IJEN	200	20-02-2006	41		50					84		34					125	118	84	48	216	216	216	380		380	69.55	34.78	
10	93	JL LETJEND S PARMAN	100																0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00	
11	107	JL KALIURANG	100	03-04-2006					10		10				66		70		76	79	80	30	229	229	229	400		400	53.82	53.82	
12	114	JL SEMARANG (IKIP)	150	09-03-2006	32		51												32	78	51	29	230	230	230	402		402	24.38	16.25	
13	137	JL SEMARANG	150	20-02-2006					81		93				31		38		112	207	131	56	233	233	233	410		410	104.85	69.90	
14	138	JL BONDOWOSO	160	24-04-2006											164		181		164	136	181	68	218	218	218	380		380	115.76	72.35	
15	141	JL LETJEND S PARMAN	200																0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00	
16	142	JL KALIURANG BARAT	160	24-04-2006	140		169								102		128		242	249	297	95	214	214	214	373		373	168.63	105.40	
17	148	JL LETJEND S PARMAN	250	27-02-2006	82		68					94		71					176	162	139	51	228	228	228	403		403	106.48	42.59	
18	153	JL LETJEND SUTOYO	160	01-03-2006	158		132					24		4					182	181	136	22	220	220	220	381		381	109.78	68.61	
19	156	JL BANDUNG (UNMUH)	100	20-02-2006					10		2								10	34	2	19	228	228	228	399		399	10.49	10.49	
20	165	JL KALIURANG	200	14-03-2006					196		142				29		22		225	231	164	60	236	236	236	414		414	146.32	73.16	
21	166	JL GRESIK	160	24-04-2006	61		84					2		2					63	58	86	29	225	225	225	389		389	46.58	29.11	
22	173	JL SURABAYA (JASA TIRTA)	250																0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00	
23	196	JL ACHMAD YANI	200																0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00	
24	210	JL LETJEND S PARMAN (TELKOM)	400																0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00	

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
"UJ KOTA P GLINTUNG"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAF0				TEG PADA			TEG 0 - 0			BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN
					R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-0	S-0	T-0	R-S	S-T			
25	211	JL LETJEND SUTOYO	150	27-02-2006	184			190					4		7						188	188	197	35	224	224	224	397	397	128.35	85.57	
26	262	JL AMBARAWA (IKIP)	200	09-03-2006	60			62													60	42	62	24	223	223	223	345	345	36.57	18.29	
27	281	JL BANTARAN	160																		0	0	0						0.00	0.00		
28	320	JL SIMPANG IJEN	150	20-02-2006					95		88					73		76			168	137	164	51	219	219	219	380	380	102.71	68.47	
29	398	JL LETJEND SUTOYO	160	01-03-2006	122			112													122	73	112	72	223	223	223	395	395	68.46	42.79	
30	432	JL AMBARAWA	200	09-03-2006	100			55	43												100	79	55	43	125	125	125	221	221	29.25	14.63	
31	437	JL KALI URANG BARAT	100	24-04-2006					86		118										86	145	118	51	217	217	217	380	380	75.73	75.73	
32	449	JL TERUSAN BOGOR (PAB. ES)	250																		0	0	0						0.00	0.00		
33	529	JL SIMPANG IJEN	160	20-02-2006	22			18													22	24	18	10	225	225	225	392	392	14.40	9.00	
34	536	JL BANTARAN	160	27-02-2006					51		34					141		97			192	142	131	36	217	217	217	383	383	100.91	63.07	
35	575	DS JEND. ACHMAD YANI	160																		0	0	0						0.00	0.00		
36	598	JL SUMBER SARI / BANDULAN	150	27-02-2006					133		123					123		69			256	91	192	125	226	226	226	392	392	121.81	81.21	
37	703	PRM INDROKILO / RETAWU	250	24-04-2006					138		169					128		73			266	438	242	45	222	222	222	390	390	210.01	84.00	
38	724	JL BONDOWOSO	100	24-04-2006	5			4					96		97						101	94	101	36	216	216	216	380	380	63.94	63.94	
39	740	JL BONDOWOSO	100	24-04-2006												172		68			172	135	68	72	219	219	219	384	384	82.13	82.13	
40	762	JL KALIURANG BRT (PERCETAKAN KGI)	100																		0	0	0						0.00	0.00		
41	860	JL BANDUNG	200	20-02-2006	78			69													78	209	69	142	220	220	220	381	381	78.32	39.16	
42	996	JL ACHMAD YANI (ALFA)	200																		0	0	0						0.00	0.00		
43	1043	JL AMBARAWA (IKIP)	200																		0	0	0						0.00	0.00		
44	1080	JL LETJEND S PARMAN	100	27-02-2006	0			0					149		85						149	118	85	36	226	226	226	398	398	79.55	79.55	
45	1086	PRM VILLA PUNCAK TIDAR	200																		0	0	0						0.00	0.00		
46	1119	JL LET SUTOYO (HOTEL SANTIKA)	630																													
47	1125	JL LET SUTOYO (KANTOR PAJAK)	340																													
48	1133	JL KALIURANG (GUNUNGSARI INTAN)	200	03-04-2006	120			128													120	125	128	50	229	229	229	401	401	85.42	42.71	



DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
"UJ KOTA P GLINTUNG"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFU				TEG PADA			TEG Ø - Ø			BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN
					R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	R-S	S-T	R-S		
49	1145	JL VETERAN DE RUMAH	160																													
50	1160	JL LETJEN SUTOYO	100																													

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
"UJ KOTA P WENDIT"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"			JURUSAN "B"			JURUSAN "C"			JURUSAN "D"			PADA TRAFU			TEG PADA		TEG Ø - Ø				BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN					
					R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R-0	T-0	R-S			T-S	S-T			
1	28	JL RAYA WENDIT	160	07-03-2006												168	188	86		168	188	86	49	220	220	220	380	380	380	97.24	60.78	
2	185	JL TELUK CENDRAWASIH	150																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
3	202	JL TELUK GRAJAKAN	250	07-03-2006				120	132	79						67	51	69		187	183	148	65	220	220	220	384	384	384	113.96	45.58	
4	203	JL RAYA WENDIT	160	07-02-2006				137	81	136						36	78	39		173	159	175	39	230	230	230	403	403	403	116.61	72.88	
5	215	DS PLAOSAN BARAT	200	23-03-2006				48	98	83						72	57	93		120	155	176	55	228	228	228	397	397	397	102.83	51.41	
6	222	JL PDAM / WENDIT	630																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
7	224	JL L A SUCIPTO	160	23-03-2006				43	105	66						68	20	1		111	125	67	53	222	222	222	387	387	387	67.27	42.04	
8	254	JL TELUK BONE	150																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
9	293	DS MANGLIAWAN	160	07-03-2006				52	45	25						78	93	68		130	138	93	54	222	222	222	390	390	390	80.14	50.09	
10	338	DS WONOSALAM	200	10-02-2006				155	155	213						96	104	82		251	259	295	68	226	226	226	396	396	396	181.93	90.97	
11	378	JL RADEN INTAN	160	28-02-2006				241	250	193						3	12	15		244	262	208	63	213	213	213	395	395	395	152.08	95.05	
12	428	JL TERUSAN GORONTALO	100	28-02-2006	23	65	34						40	56	46					63	121	80	54	222	222	222	392	392	392	58.61	58.61	
13	469	JL ARJOSARI (P3GT)	630																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
14	502	DS MANGLIAWAN	160	29-03-2006								25	28	30						25	28	30	15	227	227	227	396	396	396	18.84	11.78	
15	503	DS MANGLIAWAN	160																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
16	537	PRM POND BLIMBING INDAH	200	28-02-2006				53	80	27		84	80	52		31	59	85		168	219	164	90	224	224	224	398	398	398	123.42	61.71	
17	554	PRM KOMP ARAYA (VILLA GRANDY)	160																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
18	577	DS PLAOSAN TIMUR	250	23-03-2006				258	181	236						137	119	150		395	300	386	105	215	215	215	371	371	371	232.42	92.97	
19	606	JL GRAHA TELAGA GOLF	160	03-04-2006	16	0	6	2	0	0		23	21	21						41	21	27	24	223	223	223	393	393	393	19.85	12.40	
20	608	JL MANGLIAWAN	150	29-03-2006				37	78	49						17	16	4		54	94	53	43	223	223	223	389	389	389	44.82	29.88	
21	649	JL TIRTOMOYO / PAKIS	250	01-03-2006				185	189	165						164	142	147		349	331	312	82	214	214	214	386	386	386	212.29	84.92	
22	650	JL TIRTOMOYO / PAKIS	200	01-03-2006				125	158	100						116	99	128		241	257	228	57	212	212	212	383	383	383	153.91	76.96	
23	655	PRM ASABRI / MANGLIAWAN	100	07-03-2006				44	19	53						38	76	82		82	95	135	63	223	223	223	383	383	383	69.58	69.58	
24	659	DS MANGLIAWAN (P. PLASTIK P)	800																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
25	676	DS MANGLIAWAN (C SETIAWAN)	200																	0	0	0			0	0		0	0	0	0.00	0.00
26	681	PRM POND BLIMBING INDAH	150	28-02-2006				56	57	55						46	31	25		102	88	80	31	223	223	223	397	397	397	60.21	40.14	

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
 "UJ KOTA P WENDIT"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"			JURUSAN "B"			JURUSAN "C"			JURUSAN "D"			PADA TRAFU			TEG PADA		TEG Ø - Ø		BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN							
					R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R-0			T-0	R-S	S-T				
27	705	JL TELUK ETNA (PJU)	50															0	0	0			0	0	0	0	0	0.00	0.00			
28	714	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	160	28-02-2006					11	40	18		58	56	58		46	33	30		115	129	106	45	226	226	226	403	403	403	79.10	49.44
29	715	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	160	28-02-2006					14	52	11		128	96	78		36	29	16		178	177	105	83	222	222	222	391	391	391	102.12	63.83
30	717	PRM PLAZA ARAYA	1250																		0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00
31	727	JL RADEN INTAN (PT TASPEN)	160																		0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00
32	728	PRM GRAHA GOLF ARAYA	160																		0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00
33	749	PRM GRAHA GOLF ARAYA	25	03-04-2006	8	0	0														8	0	0	7	223	223	223	391	391	391	1.78	7.14
34	749	PRM GRAHA GOLF ARAYA	200																		0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00
35	755	DS MANGLIAWAN (PT BENIN)	630																		0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00
36	763	JL RADEN INTAN	160	28-02-2006	163	120	139						22	45	24						185	165	163	52	220	220	220	393	393	393	112.86	70.54
37	768	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	160	28-02-2006					54	19	41						20	11	14		74	30	55	49	222	222	222	401	401	401	35.30	22.06
38	769	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	160	28-02-2006					129	95	113						15	35	6		144	130	119	55	224	224	224	398	398	398	88.03	55.02
39	773	DS MANGLIAWAN	250	29-03-2006					140	124	149						164	117	130		304	241	279	86	220	220	220	380	380	380	181.28	72.51
40	779	PRM GRAHA GOLF ARAYA	200	03-04-2006	7	2	0														7	2	0	7	223	223	223	392	392	392	2.01	1.00
41	780	PRM GRAHA GOLF ARAYA	160	03-04-2006	8	9	8														8	9	8	4	220	220	220	388	388	388	5.50	3.44
42	781	PRM PURI PALMA	200	03-04-2006	17	22	19		18	12	11										35	34	30	21	226	226	226	399	399	399	22.37	11.19
43	822	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	200	28-02-2006					61	53	66						55	75	89		116	128	155	58	222	222	222	396	396	396	88.58	44.29
44	828	DS MANGLIAWAN	100	29-03-2006	37	44	43						5	8	4						42	52	47	29	228	228	228	403	403	403	32.15	32.15
45	840	DS ASRIKATON / BUGIS	250	07-03-2006					92	110	69						103	84	119		195	194	188	79	219	219	219	380	380	380	126.36	50.55
46	844	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	200	23-03-2006	37	11	33						89	85	92						126	96	125	64	215	215	215	378	378	378	74.61	37.30
47	854	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	100	20-03-2006	39	79	91														39	79	91	33	220	220	220	380	380	380	45.98	45.98
48	864	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	200	23-03-2006					27	12	37						73	39	56		100	51	93	58	227	227	227	399	399	399	55.39	27.69
49	891	PRM ARAYA VILLA GRANDY II	200																		0	0	0			0	0		0	0	0.00	0.00
50	923	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	160	23-03-2006					30	55	65						16	19	32		46	74	97	45	226	226	226	397	397	397	49.04	30.65
51	955	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	200	23-03-2006	30	12	33						16	20	33						46	32	66	33	228	228	228	401	401	401	32.83	16.42
52	956	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	100	23-03-2006	36	55	30						53	57	11						89	112	41	82	228	228	228	399	399	399	55.18	55.18

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
 "UJ KOTA P WENDIT"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"			JURUSAN "B"			JURUSAN "C"			JURUSAN "D"			PADA TRAFU			TEG PADA		TEG Ø - Ø			BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN						
					R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	S	T	R-S	S-T								
53	966	PRM SAPTO RAYA (SAPTO RENGGO)	100													0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00				
54	967	PRM SAPTO RAYA (SAPTO RENGGO)	160													0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00				
55	968	PRM SAPTO RAYA (SAPTO RENGGO)	160	01-03-2006				36	61	70					100	25	75			136	86	145	80	222	222	222	382	382	382	81.47	50.92	
56	974	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	160	05-04-2006											56	50	49			56	50	49	19	221	221	221	390	390	390	34.26	21.41	
57	991	JL MANGLIAWAN (PAB. GENTENG)	160																	0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00
58	997	DS BULU SAPTO RENGGO	100	01-03-2006	134	132	131													134	132	131	39	216	216	216	376	376	376	85.75	85.75	
59	999	PRM KOTA ARAYA BLIMBING	25																	0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00
60	1000	PRM KOTA ARAYA BLIMBING	200	03-04-2006				9	3	16					104	94	95			113	97	111	38	220	220	220	380	380	380	70.62	35.31	
61	1001	PRM KOTA ARAYA BLIMBING	200	03-04-2006				15	12	13					2	28	2			17	40	15	13	224	224	224	388	388	388	16.13	8.06	
62	1002	PRM KOTA ARAYA BLIMBING	200	03-04-2006	13	9	4	3												13	9	4	3	222	222	222	387	387	387	5.77	2.89	
63	1003	PRM KOTA ARAYA BLIMBING	160	03-04-2006	8	0	0													8	0	0	2	222	222	222	391	391	391	1.78	1.11	
64	1004	PRM KOTA ARAYA BLIMBING	100	15-02-2006	70	113	26													70	113	26	70	225	225	225	391	391	391	47.03	47.03	
65	1035	PRM P B I / PURI PALMA	200																	0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00
66	1035	PRM P B I / PURI PALMA	200	29-03-2006	8	7	5				42	26	46							50	33	51	24	226	226	226	392	392	392	30.28	15.14	
67	1036	PRM PONDOK BLIMBING INDAH	160	03-04-2006	141	163	174													141	163	174	37	223	223	223	385	385	385	106.59	66.62	
68	1040	DS MANGLIAWAN (PAB. KAYU)	160																	0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00
69	1041	JL RADEN INTAN (PAB. SEPATU)	100																	0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00
70	1054	JL TELUK TOMINI	160	28-02-2006	173	139	140							25	5	58				198	144	198	69	221	221	221	391	391	391	119.34	74.59	
71	1055	PRM VILLA GRANDY II ARAYA	200	03-04-2006	11	24	17													11	24	17	13	220	220	220	388	388	388	11.44	5.72	
72	1056	PRM VILLA GRANDY II ARAYA	20																	0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00
73	1066	JL TEL GRAJAKAN	160	07-03-2006				97	88	33					56	45	22			153	133	55	54	222	222	222	386	386	386	75.70	47.31	

DATA PENGUKURAN BEBAN TRAFU DISTRIBUSI (MALAM)
 "UJ KOTA MALANG " / P ASAHAN"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFU				TEG PADA				BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN											
					R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-0	S-0	T-0	R-S			S-T										
27	495	JL TENAGA TIMUR	200	13-03-2006					86	14	18								10	10	10					96		28	14	229		229	401	401	34.35	17.18					
28	528	JL J A SUPRAPTO (H. KARTIKA)	630																							0		0				0		0	0.00	0.00					
29	582	JL KARYA TIMUR (P. SPT VERONA)	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					
30	621	JL SIMPANG TENAGA	100																							0		0				0		0	0.00	0.00					
31	622	JL TENAGA BARAT	100																							0		0				0		0	0.00	0.00					
32	623	JL TENAGA UTARA (PR BENTOEL)	200																							0		0				0		0	0.00	0.00					
33	624	JL J A SUPRAPTO (H. REGEN T)	630																							0		0				0		0	0.00	0.00					
34	654	JL INDUSTRI BARAT (P. PLASTIK)	100																							0		0				0		0	0.00	0.00					
35	660	JL TENAGA (KAR. PODOJOYO)	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					
36	667	JL KARYA TIMUR	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					
37	668	JL TENAGA (PT. KARNIA)	250																							0		0				0		0	0.00	0.00					
38	694	JL S P SUDARMO (B. HOOK)	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					
39	697	JL EMAS / DS. PANDEAN (PUSKOPAD)	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					
40	726	JL TENAGA TIMUR	160	13-03-2006	27		19																			27		19	11	230		230	403	403	11.96	7.48					
41	734	JL TENAGA BARU I	160	23-03-2006					23	21																32		25	22	230		230	401	401	24.84	15.53					
42	735	JL TENAGA BARU V	160	23-03-2006	81		42						2		43											83		85	23	226		226	396	396	54.24	33.90					
43	738	JL TAMAN TENAGA	200	13-03-2006					136	45	91															46		55	57		182		148	48	215		215	381	381	99.12	49.56
44	739	JL TENAGA SELATAN (PT KARNIA)	100																							0		0				0		0	0.00	0.00					
45	752	JL KARYA TIMUR (DELTA MAS)	200																							0		0				0		0	0.00	0.00					
46	757	JL TENAGA (PAB PERMEN)	630																							0		0				0		0	0.00	0.00					
47	767	JL T. SURYO (KON. JHU HUN)	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					
48	815	JL LETJEND. SUTOYO (MITRA II)	630																							0		0				0		0	0.00	0.00					
49	818	JL MAHAKAM	100	09-03-2006	64		20																			64		20	47	225		225	395	395	33.53	33.53					
50	834	JL TAMAN TENAGA (P. CAT)	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					
51	843	JL TAMAN TENAGA (PT. GRENDEL)	2600																							0		0				0		0	0.00	0.00					
52	851	JL J. A. SUPRAPTO	160																							0		0				0		0	0.00	0.00					

DATA PENGUKURAN BEBAN TRAFU DISTRIBUSI (MALAM)

"UJ KOTA MALANG " / P ASAHAN"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFU				TEG PADA			TEG Ø - Ø			BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN					
					R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R-Ø	S-Ø	T-Ø	R-S	S-T	S-T							
53	865	JL TENAGA (PAB. PLASTIK)	200																	0	0					0			0	0.00	0.00						
54	875	JL TENAGA BARU	100	23-03-2006					5	5	41								46	40	27					51		68	22	225		225	397		397	36.90	36.90
55	899	JL TENAGA BARU II	1250																	0	0						0						0	0.00	0.00		
56	906	JL J. A. SUPRAPTO (DUNKIN D)	100																	0	0						0						0	0.00	0.00		
57	910	JL J. A. SUPRAPTO (BPD JATIM)	100																	0	0						0						0	0.00	0.00		
58	913	JL TENAGA BARU (G. BETHANI)	100																	0	0						0						0	0.00	0.00		
59	924	JL SUNANDAR P. SUDARMO	200																	0	0						0						0	0.00	0.00		
60	938	JL TENAGA BARU V	200	23-03-2006	44			56												44	40	56	8	226		226	397		397		397	36.84	18.42				
61	939	JL TENAGA BARU III	100																	0	0						0						0	0.00	0.00		
62	960	JL TENAGA BARU IV (PERCETAKAN)	160																	0	0						0						0	0.00	0.00		
63	1015	JL TENAGA	630																	0	0						0						0	0.00	0.00		
64	1034	JL SUNANDAR P. SUDARMO	100																	0	0						0						0	0.00	0.00		
65	1081	JL DR CIPTO	160	10-03-2006					66	50	63								61	35	74					127		137	43	220		220	390		390	86.90	54.31
66	1082	JL TENAGA BARU IV	100	13-03-2006	23			22												23		22	20	232		232	405		405		405	16.01	16.01				
67	1099	JL CIWULAN	100	10-03-2006	53			99												53		99	39	220		220	380		380		380	46.86	46.86				

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)

"UJ KOTA P MAWAR"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFU				TEG PADA				TEG Ø - Ø	BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN	
					R	S	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R-0	T-0				R-S
1	15	JL BRIKJEN S SUPRIADI	200	13-02-2006					161	141	122						72	108	82		233	249	204	53	213	213	213	379	379	379	146.12	73.06
2	21	JL MURIA	200	17-02-2006	128	114	119						92	42	50						220	156	169	64	223	223	223	391	391	391	121.54	60.77
3	22	JL MAYJEND. PANJAITAN	150	28-02-2006					24	37	20		80	21	25		110	128	148		214	186	193	49	218	218	218	386	386	386	129.27	86.18
4	32	JL KALIURANG (SAMAAN)	100	16-02-2006					22	37	12		71	101	60						93	138	72	45	224	224	224	395	395	395	67.87	67.87
5	36	JL PUNCAK	250	17-02-2006					137	115	173						152	155	138		289	270	311	61	222	222	222	392	392	392	193.14	77.26
6	38	JL JAKSA AGUNG SUPRAPTO	160	14-02-2006	176	115	92														176	115	92	65	220	220	220	385	385	385	84.26	52.66
7	53	JL MAYJEND. PANJAITAN	150	28-02-2006					20	17	4						205	125	189		225	142	193	32	225	225	225	391	391	391	126.00	84.00
8	100	JL MAYJEND. HARIONO (UNIBRA)	100	22-04-2006					5	19	0						6	15	69		11	34	69	35	226	226	226	376	376	376	25.76	25.76
9	110	JL MAWAR	150	20-04-2006	81	84	11						140	68	116						221	152	127	69	220	220	220	380	380	380	110.00	73.33
10	122	JL MAYJEND HARIONO	150	24-04-2006					2	2	12						293	187	226		295	189	238	95	202	202	202	364	364	364	145.84	97.23
11	133	JL WIJAYA KUSUMA (EX. MAWAR)	150																		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
12	150	JL CIANJUR	100	17-02-2006	98	103	97														98	103	97	34	222	222	222	392	392	392	66.16	66.16
13	186	JL BOROBUDUR	150																		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
14	193	JL CENGKEH	250	17-02-2006					198	153	130						150	172	90		348	325	220	75	219	219	219	397	397	397	195.57	78.23
15	230	JL LETJEND SUTOYO V	200	14-02-2006					115	82	78						114	128	99		229	210	177	67	218	218	218	378	378	378	134.29	67.14
16	231	JL PARANG TRITIS	160	16-02-2006					152	182	168						1	1	12		153	183	180	39	221	221	221	390	390	390	114.04	71.27
17	235	JL SUKAPURA	200	14-02-2006	74	80	68		14	41	31		8	22	36						96	143	135	54	212	212	212	371	371	371	79.29	39.64
18	237	JL PANGGUNG	250	17-02-2006					19	163	95						194	176	183		213	339	278	93	230	230	230	406	406	406	190.90	76.36
19	240	JL MAYJEND PANJAITAN	160	13-02-2006					117	21	40						59	74	69		176	95	109	81	220	220	220	383	383	383	83.60	52.25
20	244	JL MALABAR	160	17-02-2006					38	82	42						5	8	25		43	90	67	37	225	225	225	396	396	396	45.00	28.13
21	253	JL PISANG KIPAS	150	17-02-2006					60	78	98						135	99	83		195	177	181	62	223	223	223	392	392	392	123.32	82.21
22	265	JL PANJAITAN	150	17-02-2006					69	74	80						86	34	19		155	108	99	42	223	223	223	392	392	392	80.73	53.82
23	270	JL BOROBUDUR BARAT	150	17-02-2006					169	101	203						23	39	24		192	140	227	72	220	220	220	380	380	380	122.98	81.99
24	273	JL M. T. HARIONO (UNIBRA)	200	22-04-2006	36	69	66														36	69	66	39	225	225	225	393	393	393	38.48	19.24

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)

"UJ KOTA P MAWAR"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFU			TEG PADA TEG Ø - Ø				BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN					
					R	S	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R-O	T-O	R-S	S-T							
25	284	JL KALPATARU	150	08-03-2006	105	171	107					13	22	51						118	193	158	80	221	221	221	383	383	383	103.65	69.10			
26	290	DS TEMBALANGAN	150	08-03-2006					57	47	48								174	153	116		231	200	164	110	217	217	217	386	386	386	129.12	86.08
27	305	JL KEDAWUNG	160	14-02-2006					94	108	106								51	63	62		145	171	168	56	221	221	221	384	384	384	106.96	66.85
28	306	JL L S PARMAN /BAJANG RATU	160	24-03-2006					10	20	16								78	124	116		88	144	132	71	218	218	218	385	385	385	79.35	49.60
29	315	JL J A SUPRAPTO II	150	14-02-2006					21	13	38								175	137	162		196	150	200	45	226	226	226	402	402	402	123.40	82.26
30	323	JL BOGOR	150																	0	0	0		0	0		0	0		0	0	0	0.00	0.00
31	335	JL LEMBANG	150	20-04-2006	77	73	88					70	87	69						147	160	157	55	222	222	222	385	385	385	103.01	68.67			
32	337	JL UNIBRA POLITEKNIK	1000	KHUSUS																0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00	
33	358	JL MAWAR SELATAN	150	20-04-2006	9	17	6					175	105	135						184	122	141	53	220	220	220	380	380	380	98.34	65.56			
34	361	JL MAYJEND. PANJAITAN	160																	0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00	
35	368	JL NUSA INDAH	150	16-02-2006					159	162	142								87	26	68		246	188	210	48	224	224	224	390	390	390	144.26	96.17
36	369	JL BANTARAN TERUSAN	150																	0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00	
37	370	PRM BTM / CANDI MENDUT	150																	0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00	
38	390	DS TEMBALANGAN / KALPATARU	150	20-04-2006	6	0	2												94	125	157		100	125	159	73	219	219	219	382	382	382	84.10	56.06
39	408	JL KEMBANG TURI	200	17-02-2006					128	162	164								24	53	34		152	215	198	45	231	231	231	405	405	405	130.52	65.26
40	409	JL SARANGAN	150	14-02-2006					82	76	147								61	82	71		143	158	218	64	218	218	218	385	385	385	113.14	75.43
41	412	JL MAYJEND HARIO NO (UNBRA)	160																	0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00	
42	424	PRM BTN / SIMP BOROBUDUR	250	16-04-2006					95	132	145								125	136	149		220	268	294	60	226	226	226	398	398	398	176.73	70.69
43	425	PRM BANTARAN INDAH	100	16-02-2006					25	79	38								45	8	15		70	87	53	34	228	228	228	401	401	401	47.88	47.88
44	455	DK BUKIR SARI / TULUS REJO	250	24-03-2006					167	138	123								109	86	58		276	224	181	94	218	218	218	390	390	390	148.46	59.38
45	460	JL M T HARYONO (UNBRA)	1250	KHUSUS																0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00	
46	485	JL KEDAWUNG	200	14-03-2006	142	151	120													142	151	120	44	222	222	222	389	389	389	91.69	45.84			
47	520	JL LEBAK SARI	160	14-02-2006															85	115	116	39	85	115	116	39	227	227	227	401	401	401	71.73	44.83
48	527	JL KALPATARU	150	14-03-2006					106	63	32								91	38	86		197	101	118		218	218	218	383	383	383	90.69	60.46
49	542	JL CENGGER AYAM	150	16-02-2006					42	34	7								93	54	138		135	88	145	67	227	227	227	398	398	398	83.54	55.69



DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
"UJ KOTA P MAWAR"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFO				TEG PADA		TEG Ø - Ø				BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN								
					R	T	N		R	T	N		R	T	N		R	T	N		R	T	N		R	T	N		R-0	T-0			R-S	S-T						
50	543	JL KALPATARU	150	14-03-2006	153	74	186														153	74	186	101	219	219	219	388	388	388	90.45	60.30								
51	565	JL MAYJEND PANJAITAN	160	28-02-2006											4	2	3				4	2	3	3	229	229	229	405	405	405	2.06	1.29								
52	570	JL MAYJEND HARIONO	160	17-02-2006					44	19	64										63	78	93		107	97	157	74	223	223	223	396	396	396	80.50	50.31				
53	584	JL SEMBOJA	160	16-02-2006					152	72	94										63	71	90		215	143	184	57	240	240	240	385	385	385	130.08	81.30				
54	585	JL TEMBALANGAN	200	08-03-2006					193	241	213														193	241	213	73	220	220	220	380	380	380	142.34	71.17				
55	588	PRM BOROBUDUR	160	14-03-2006					18	28	22										104	107	148		122	135	170	37	225	225	225	394	394	394	96.08	60.05				
56	605	JL BANTARAN BARAT	100	16-02-2006					67	55	64										16	21	48		83	76	112	52	226	226	226	397	397	397	61.25	61.25				
57	615	JL SRI GADING	250	08-03-2006					125	147	110														117	133	162		242	280	272	67	221	221	221	389	389	389	175.47	70.19
58	689	JL UNIBRA (FAK. EKONOMI)	160																						0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00		
59	706	JL B S RIADI (SMAK S. YOSEP)	100																						0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00		
60	729	JL J. A. SUPRPTO (B MANDIRI)	160	KHUSUS																					0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00		
61	737	JL CENGKEH	250	17-02-2005					68	30	37										178	74	258		246	104	295	63	224	224	224	395	395	395	144.48	57.79				
62	741	JL MELATI	160	16-02-2006	117	86	156																		117	86	156	68	224	224	224	390	390	390	80.42	50.26				
63	744	JL CANDI AGUNG	160	17-02-2006					24	6	13										181	182	169		205	188	182	56	230	230	230	402	402	402	132.25	82.66				
64	764	JL BOROBUDUR	200	14-03-2006					161	139	173										29	87	24		190	226	197	67	221	221	221	385	385	385	135.47	67.74				
65	775	JL CANDI SARI UTARA	250	14-03-2006	136	100	171								112	87	21								248	187	192	67	228	228	228	400	400	400	142.96	57.18				
66	777	JL MAYJEND. PANJAITAN	250	17-02-2006					193	162	180										75	43	45		268	205	225	96	223	223	223	395	395	395	155.65	62.26				
67	857	JL KANTOR REKTORAT UNIBRA	200	22-04-2006					35	21	38										41	27	34		76	48	72	41	224	224	224	392	392	392	43.90	21.95				
68	920	JL SEMANGGI TIMUR	100	08-03-2006	85	15	4								49	30	40								134	45	44	90	217	217	217	388	388	388	48.39	48.39				
69	937	JL LAB BIOLOGI UNIBRA	160																						0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00		
70	972	JL SUKARNO-HATTA (UNIBRA)	200																						0	0	0		0	0		0	0		0	0	0.00	0.00		
71	998	JL KENONGO / MALANG	160	24-03-2006	161	158	213																		161	158	213	67	218	218	218	383	383	383	115.98	72.49				
72	1069	JL CANDI MENDUT	100	17-02-2006					52	45	48										40	76	39		92	121	87	46	231	231	231	402	402	402	69.30	69.30				
73	1071	JL GUNTUR	100	24-04-2006					71	94	79										23	7	17		94	101	96	26	218	218	218	380	380	380	63.44	63.44				
																									48	25	55	4	224	224	224	389	389	389	28.67	28.67				

DATA PENGUKURAN BEBAN DAN TEGANGAN UJUNG (MALAM)
"UJ KOTA P MAWAR"

NO	NO GRD	ALAMAT	DAYA (KVA)	TGL UKUR	JURUSAN "A"				JURUSAN "B"				JURUSAN "C"				JURUSAN "D"				PADA TRAFU				TEG PADA		TEG Ø - Ø				BEBAN (KVA)	PERSEN BEBAN
					R	S	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R	T	N	R-0	T-0	R-S	S-T					
75	1084	JL MT HARYONO (PAB ES)	200																	0	0	0			0	0			0	0	0.00	0.00
76	1095	JL SOEKARNO - HATTA	100	28-02-2006	106	65	61						73	51	34					179	116	95	78	222	222	222	388	388	388	86.58	86.58	
	1108		100	18-05-2006	91	60	58						72	49	30					163	109	88	72	221	221	221	382	382	382	79.56	79.56	
77	1101	JL BUKIR SARI / TULUS REJO	100	17-02-2006	39	10	41						88	106	83					127	116	124	56	227	227	227	393	393	393	83.31	83.31	
78	1124	JL IKAN PAUS	200	16-04-2006	78	95	45						27	42	37					105	137	82	47	230	230	230	403	403	403	74.52	37.26	
79	1157	JL SOEKARNO - HATTA	160	24-04-2006	18	59	31						77	93	55					95	152	86	42	228	228	228	397	397	397	75.92	47.45	
80	1158	JL BOROBUDUR	160	17-02-2006	95	112	99													95	112	99	28	228	228	228	397	397	397	69.77	43.61	