

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



**“KOMPENSASI DAYA REAKTIF MULTIOBJEKTIF MENGGUNAKAN
METODE *ELECTRIC OMICRON (EO)* PADA JARINGAN TRANSMISI
150 KV DI AREA 4 JAWA TIMUR - BALI”**

SKRIPSI

Disusun oleh;
AAN HANAFI SAMAUNA
NIM : 00.12.090

MARET 2008

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO 3-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

KAWANJONGEM TITIKSOLJUM TITIKSOLJUM AYAS ISAMTONGOM
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK (3-1) YADA JAWABAN TITIKSOLJUM
"LEAS - KURIT AWAL : ASHA IN VN 01"

REVISI

Revisi 01

AMUAMARITAMAM MAA

000100 : 0001

MAKAT 1000

LEMBAR PERSETUJUAN

“KOMPENSASI DAYA REAKTIF MULTIOBJEKTIF MENGUNAKAN METODE *ELECTRIC OMICRON (EO)* PADA JARINGAN TRANSMISI 150 KV DI AREA 4 JAWA TIMUR - BALI”

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

AAN HANAFI SAMAUNA

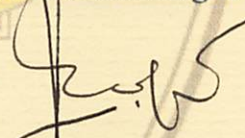
NIM : 00.12.090

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**



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

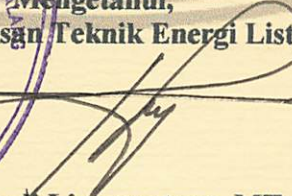
**Menyetujui,
Dosen Pembimbing II**



Ir. Eko Nurcahyo
NIP. Y. 1028700172



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Energi Listrik**



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

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

ABSTRAKSI

“Kompensasi Daya Reaktif Multiobjektif Menggunakan Metode *Electric Omicron (Eo)* Pada Jaringan Transmisi 150 Kv Di Area 4 Jawa Timur - Bali”

(Aan Hanafi Samauna, Nim. 00.12.090, Teknik Elektro Energi Listrik S-1)

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

(Dosen Pembimbing II : Ir. Eko Nurcahyo)

Kata Kunci : *Electric Omicron, kompensasi daya reaktif, Profil tegangan, rugi-rugi daya*

Tegangan yang konstan merupakan salah satu syarat utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyaluran energi listrik, tetapi kondisi tersebut secara praktis sulit dicapai karena adanya beban-beban induktif yang menyebabkan timbulnya daya reaktif sehingga menyebabkan jatuh tegangan dan naiknya rugi-rugi daya. Melihat keadaan yang demikian perlu adanya pemasangan alat kompensasi daya reaktif berupa kapasitor yang tepat dalam sistem tenaga listrik terutama di jaringan transmisi 150 KV area 4 Jawa Timur – Bali untuk menaikkan profil tegangan dan menurunkan rugi-rugi daya. Perhitungan kompensasi daya reaktif multiobjektif berdasarkan *Electric Omicron (EO)* yaitu suatu jenis algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* menghasilkan kenaikan profil tegangan sebelum kompensasi sebesar 63% dan penurunan rugi-rugi daya 0.5 % dari rugi-rugi daya sebelum kompensasi dengan letak penempatan kapasitor yaitu pada bus 18 dan 88 dengan total kapasitas sebesar 120 MVAR dengan biaya 1,169,256 US\$.

ABSTRACT

Constant voltage represent one especial condition which must fulfill in distribution system of electrics power, but the condition practically inaccessible caused by inductive loads causing incidence of reactive power so that cause to voltage drop and power losses. See such situation need the existence of installation reactive power compensation appliance in the form of correct capacitor in electric power system especially in transmission network 150 KV region 4 East Java - Bali to up profile voltage and degrade power loss. Calculation of multiobjektif reactive power compensation pursuant to *Electric Omicron (EO)* that is algorithm type of *Ant Colony Optimization (ACO)* yield increase of profile voltage before compensation equal to 63% and degradation of power loss to 0.5 % from power loss before compensation with location of capacitor that is bus 18 and 88 totally capacities equal to 120 MVAR with expense 1,169,256 US\$.

Keyword : *Electric Omicron, reactive power compensation, profile voltage, power loss*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah Ta'ala, berkat limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.

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 Teknologi 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. Bapak Ir. I. Made Wartana, MT selaku Dosen Wali.
5. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Dosen Pembimbing pertama
6. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, selaku Dosen Pembimbing kedua.
7. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku Dosen Penguji pertama.
8. Bapak Ir. Widodo Puji Mulyanto, MT selaku Dosen Penguji kedua.

9. Bapak Moch, Srihadi selaku Deputy Manager SDM & Administrasi, dan Bu Endang serta Bu Sriani selaku staf di PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur Dan Bali.
10. Bapak Suryanto selaku pengarah pada UPJ transmisi PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali.
11. Bapak Kardji, BA dan Ibu Umu Kulsum selaku orang tua tercinta dan Bapak Drs. Agus Imron dan Ibu Nasuha selaku mertua tercinta yang selalu memberikan do'a, kasih sayang dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
12. Umik Hafid istriku tercinta yang selalu memotivasi dan mendampingi dalam setiap kesenangan dan kesusahan serta anak-anakku yang tersayang (AIFA & FARA) semoga menjadi anak sholihah.
13. Adik-adikku (Yudi, Nizar, Dinda, Putri, Zila) terimakasih dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu, yang turut serta membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun menyadari akan segala kekurangan yang ada dalam skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya, kepada semua pihak yang telah bekerja keras dan bersungguh-sungguh hingga terwujudnya skripsi ini, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih.

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan penulisan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
1.7. Relevansi	5

BAB II SISTEM TENAGA LISTRIK	7
2.1. Saluran Transmisi	7

2.2. Transformator	9
2.3. Sistem Per Unit	9
2.4. Pembagian Daya	11
2.5. Analisis Aliran Daya	12
2.6. Pengaruh Daya Reaktif Terhadap Tegangan	14
2.7. Pengaturan Daya Reaktif dan Tegangan	16
2.7.1. Pengaturan Dengan Eksitasi Generator	17
2.7.2. Pengaturan Dengan Tap-Setting Transformator	19
2.7.3. Pengaturan Dengan Peralatan Kompensasi Daya Reaktif	19

BAB III ANALISIS KOMPENSASI DAYA REAKTIF

DENGAN METODE <i>ELECTRIC OMICON (EO)</i>	23
3.1. Masalah optimasi multi-objektif	23
3.2. Pencarian Koloni Semut (<i>ACS</i>)	25
3.3. Stenght Pareto Evolutionary Algorithm (<i>SPEA</i>)	26
3.4. Metode <i>Electric Omicron</i> (<i>EO</i>)	27
3.4.1.Fungsi objektif masalah kompensasi daya reaktif	29
3.4.2.Penerapan <i>Electric Omicron</i> (<i>EO</i>) dalam masalah kompensasi daya reaktif	30

3.4.3.Operator Electric Omicron dalam SPEA	33
3.5. Analisis Aliran Daya	38
3.5.1.Metode Newton-Raphson	38
3.5.2.Prosedur Aliran Daya Newton Raphson	40
BAB IV HASIL DAN ANALISIS HASIL	41
4.1. Program Komputer <i>Electric Omicron</i> (EO)	41
4.1.1.Algoritma Pemrograman	41
4.1.2.Flowchart SPEA	42
4.1.3.Flowchart Electric Omicron	44
4.1.4.Flowchart Fungsi Objektif	45
4.1.5.Flowchart Aliran Daya Newton Raphson	46
4.2. Validasi Program Menggunakan Data Sistem	
<i>IEEE 14-Bus System</i>	47
4.2.1.Data Uji Validasi Pembangkitan dan Pembebanan	
<i>IEEE 14-Bus System</i>	48
4.2.2.Data Saluran Transmisi 150 KV <i>IEEE 14-Bus System</i> ...	49
4.2.3.Hasil Perhitungan Data Validasi <i>IEEE 14 Bus</i>	50
4.2.4.Analisa Hasil Perhitungan	50

4.3.	Data Sistem Jaringan 150 KV Area 4 Jawa Timur- Bali	51
4.3.1.	Data Penomoran Bus Jaringan 150 KV	
	Area 4 Jawa Timur- Bali	51
4.3.2.	Data Pembangkitan dan Pembebanan Jaringan	
	150 KV Area 4 Jawa Timur- Bali	54
4.3.3.	Data Saluran Jaringan 150 KV Area 4	
	Jawa Timur- Bali	56
4.4.	Hasil Perhitungan Pembangkitan, Profil Tegangan	
	dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi	59
4.4.1.	Tampilan Program Sebelum Kompensasi	59
4.4.2.	Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi	
	Daya Pada Saluran 150 KV Sebelum Kompensasi	64
4.4.3.	Analisa Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan	
	Rugi-Rugi Daya Sebelum Kompensasi	74
4.5.	Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi	
	Daya Sesudah Kompensasi	75
4.5.1.	Tampilan Program Setelah Kompensasi	75
4.5.2.	Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi	
	Daya Pada Saluran 150 KV Setelah Kompensasi	77

4.5.3. Analisa Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi- Rugi Daya Pada Saluran 150 KV Setelah Kompensasi .	87
4.6. Analisa Penempatan dan Kapasitas Kapasitor serta Biaya Pembelian dan Instalasinya	89
4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Kompensasi menggunakan Metode <i>Electric Omicron</i>	90
4.7.1. Perbandingan Hasil Perhitungan Kondisi Profil Tegangan dan Pembangkitan Sebelum dan Setelah Kompensasi. ..	90
4.7.2. Perbandingan Rugi Daya Pada Saluran	93

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	94
5.2. Saran	95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Rangkaian Setara Saluran Transmisi	8
Gambar 2-2	Segitiga Daya	12
Gambar 2-3	Pengiriman Daya Oleh Simpul 1	14
Gambar 2-4	Diagram Fasor Bentuk Perubahan Tegangan Sebagai Fungsi Aliran Daya Reaktif.....	15
Gambar 2-5	Diagram Fasor Penguatan Generator	18
Gambar 2-6	Kapasitor Pada Simpul Beban	20
Gambar 2-7	Rangkaian Ekuivalen Pemasangan Kapasitor Dalam Bentuk Thevenin	20
Gambar 2-8	Diagram Kapasitor Sebelum dihubungkan Dengan saklar tertutup	21
Gambar 3-1	Grafik penempatan η_1 , dalam keadaan kompensasi kapasitif dilakukan	32
Gambar 3-2	Grafik penempatan η_2 , dalam keadaan kompensasi batal dilakukan	
Gambar 3-3	Grafik penempatan η , pada iterasi pertengahan generasi	33
Gambar 3-4	Seleksi Dengan <i>Roulette Wheel</i>	34
Gambar 3-5	Ilustrasi Operasi <i>Crossover</i> Dalam <i>Genetic Algorithm</i>	36
Gambar 3-6	Ilustrasi Operasi Mutasi Dalam <i>Genetic Algorithm</i>	37
Gambar 4-1	Flowchart SPEA	43
Gambar 4-2	Flowchart Electric Omicron	44

Gambar 4-3	Flowchart fungsi objektif	45
Gambar 4-4	Flowchart Newton Rapshon	46
Gambar 4.5	<i>IEEE 14 Bus System</i>	47
Gambar 4-6	Tampilan Program Utama.....	60
Gambar 4-7	Tampilan Data General.....	60
Gambar 4-8	Tampilan Data Bus	61
Gambar 4-9	Tampilan Data Saluran	61
Gambar 4-10	Tampilan Data Generator.....	62
Gambar 4-11	Tampilan Hasil <i>Load Flow</i> Kondisi Awal.....	62
Gambar 4-12	Tampilan Hasil Aliran Daya Kondisi Awal.....	63
Gambar 4-13	Tampilan Hasil <i>Summary</i> Kondisi Awal	63
Gambar 4-14	Tampilan Hasil <i>Parameter EO</i> Dalam Menentukan Rugi-Rugi Saluran Tampilan Hasil	64
Gambar 4-15	<i>Load Flow</i> Kondisi Akhir	75
Gambar 4-16	Tampilan Hasil Aliran Daya Kondisi Akhir	76
Gambar 4-17	Tampilan Hasil <i>Summary</i> Kondisi Akhir	76
Gambar 4-18	Tampilan Hasil Program	77
Gambar 4-19	Hasil Program Penempatan dan Kapasitas Kapasitor serta Biaya Pembelian dan Instalasi	89

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1	<i>String dan Nilai Fitness</i>	38
Tabel 4-1	Data Pengoperasian Pada <i>IEEE 14 Bus System</i>	48
Tabel 4-2	Data Pembangkitan dan Pembebanan Interkoneksi 150 KV <i>IEEE 14 Bus System</i>	48
Tabel 4-3	Data Saluran Transmisi 150 KV <i>IEEE 14 Bus System</i>	49
Tabel 4-4	Perbandingan Data Validasi Dari Referensi dengan Perhitungan Electric Omicron	50
Tabel 4-5	Penomoran Bus	51
Tabel 4-6	Data pembangkitan dan Pembebanan 150 KV Region IV Jawa Timur-Bali Tanggal 21 juni 2006 Pukul 19.00 WIB	54
Tabel 4-7	Data Saluran Transmisi Sub-Sistem 150 kV Region Jawa Timur- Bali	57
Tabel 4-8	Hasil Perhitungan Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Sebelum Kompensasi Pada Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Metode Newton Raphson	64
Tabel 4-9	Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Kompensasi Saluran Transmisi 150kV Menggunakan Metode Newton Raphson	67
Tabel 4-10	Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Saluran Sebelum Kompensasi Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Metode <i>Newton Raphson</i>	70
Tabel 4-11	Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Sebelum Kompensasi	73

Tabel 4-12 Profil Tegangan dibawah Standart 0.95 p.u	74
Tabel 4-13 Hasil Perhitungan Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Setelah Kompensasi pada Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Metode <i>Electric Omicron</i>	77
Tabel 4-14 Hasil Perhitungan Aliran Daya Setelah kompensasi Saluran Transmisi 150kV Menggunakan Metode <i>Electric Omicron</i>	80
Tabel 4-15 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Saluran Setelah kompensasi Daya Reaktif Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Metode <i>Electric Omicron</i>	83
Tabel 4-16 Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Setelah Kompensasi	86
Tabel 4-17 Profil Tegangan yang Belum Mengalami Perubahan Setelah Kompensasi.....	88
Tabel 4-18 Perbandingan Kondisi Profile Tegangan dan Pembangkitan Sebelum Kompensasi dan Setelah Kompensasi	90
Tabel 4-19 Hasil Perbandingan Pembangkitan Sebelum dan Sesudah Kompensasi	93
Tabel 4-20 Perbandingan Rugi-Rugi Daya	93

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1	Profile Tegangan Sebelum dan Sesudah Kompensasi	88
-------------------	--	-----------

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, tegangan yang konstan merupakan salah satu syarat utama yang harus dipenuhi. Tetapi kondisi tersebut secara praktis sulit dicapai, hal ini disebabkan beberapa faktor diantaranya adalah panjang saluran transmisi, adanya gangguan dan adanya beban-beban induktif yang menyebabkan timbulnya daya reaktif sehingga menyebabkan jatuh tegangan dan naiknya rugi-rugi daya. Keadaan seperti ini sangat tidak menguntungkan dalam sistem tenaga listrik baik bagi penyedia tenaga listrik yaitu PLN maupun konsumen. Bagi PLN adanya jatuh tegangan dan rugi-rugi menyebabkan mutu dan keandalan sistem tenaga listrik menjadi terganggu sehingga biaya operasional meningkat dan menjadikan peralatan tidak berumur lama. Sedangkan bagi konsumen pasokan tenaga listrik menjadi terganggu terlebih pada beban yang jauh dari pembangkit.

Melihat keadaan yang demikian perlu adanya pemasangan alat kompensasi daya reaktif berupa kapasitor dalam sistem tenaga listrik terutama di jaringan transmisi 150 KV area 4 Jawa Timur – Bali untuk menaikkan profil tegangan dan menurunkan rugi-rugi daya.

Pada skripsi ini diusulkan pendekatan baru untuk memecahkan masalah kompensasi daya reaktif multiobjektif berdasarkan pada *Omicron ACO* (OA) yaitu suatu jenis algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) yang terbukti menjadi

algoritma yang sangat kompetitif dalam memecahkan beberapa permasalahan kompensasi daya reaktif.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana Profil tegangan pada setiap bus setelah dilakukan pemasangan alat kompensasi berupa kapasitor ?

Berapa rugi-rugi daya pada saluran transmisi 150 kV setelah penempatan kapasitor ?

Dimana penempatan dan berapa kapasitas kapasitor serta berapa biaya investasi yang dikeluarkan untuk pemasangan, pada transmisi 150 kV Area IV Jawa Timur – Bali dengan menggunakan metode *Electric Omicron (EO)* ?

1.3. Tujuan penulisan

Tujuan dari skripsi ini adalah :

Menganalisis profil tegangan dan rugi-rugi daya setelah pemasangan alat kompensasi berupa kapasitor.

Menganalisis penempatan dan kapasitas kapasitor serta menghitung biaya pembelian dan instasinya pada saluran transmisi 150 kV di Area IV Jawa Timur - Bali menggunakan metode *Electric Omicron*.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan mengarah sesuai dengan tujuan, maka pembahasan skripsi ini dibatasi sebagai berikut:

1. Perhitungan biaya per MVAR alat kompensasi daya reaktif pada semua bus dalam sistem.
2. Analisa dilakukan hanya sebatas pengkajian beban suatu penyulang yang telah ada guna memaksimalkan kompensasi daya reaktif dan memperbaiki profil tegangan
3. Analisa hanya menghitung besar kapasitas kapasitor dan menentukan lokasi penempatan serta menghitung biaya pembelian dan pemasangan kapasitor.
4. Analisa hanya dilakukan pada kondisi beban puncak saat kondisi operasi normal
5. Transmisi dianggap belum ada kompensasi berupa kapasitor.
6. Tidak membahas kontrol dan proteksi yang digunakan pada kapasitor.
7. Tidak membahas penyebab gangguan
8. Kapasitor yang digunakan adalah kapasitor *shunt*
9. Analisa daya menggunakan Newton Rapshon dan program komputer *Borland Delphi 7.0*

1.5. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam pembahasan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan adalah :

1. Studi literatur

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

2. Mengumpulkan data sebagai acuan dalam melengkapi parameter-parameter diantaranya :
 - a. Data kuantitatif yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.
 - b. Data kualitatif yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini adalah diagram segaris jaringan sistem tenaga listrik.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah, metodologi penulisan, sistematika penulisan dan relevansi penelitian.

BAB II : SISTEM TENAGA LISTRIK

Menguraikan masalah sistem tenaga listrik, mencakup tentang sistem pembangkitan, sistem jaringan transmisi, sumber daya reaktif, pengaruh daya reaktif terhadap tegangan, pengaturan daya reaktif dan tegangan, analisis aliran daya, kapasitor daya dan reaktor daya.

BAB III : ANALISIS KOMPENSASI DAYA REAKTIF DENGAN METODE *ELECTRIC OMICRON* (EO)

Menguraikan teori *Ant Coloni*, teori *SPEA*, teori dan penggunaan *Electric Omicron*, metode aliran daya *Newton Raphson*..

BAB IV : HASIL DAN ANALISIS HASIL

Sistem Tenaga Listrik 150 KV area 4 Jawa Timur- Bali meliputi flowchart penyelesaian masalah, uji validasi program *IEEE* 14 Bus, data pembebanan dan data saluran transmisi, hasil perhitungan pada kondisi awal sebelum kompensasi dan kondisi akhir setelah kompensasi, perhitungan biaya investasi dan analisis hasil, perbandingan sebelum dan sesudah kompensasi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat intisari dari hasil penelitian, yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya.

1.7. Relevansi

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan memberikan alternatif kepada pihak PLN untuk dapat mencari solusi yang optimal dalam masalah penyaluran aliran daya reaktif pada suatu operasi sistem tenaga listrik dengan maksud untuk memperbaiki pelayanan pada masyarakat dengan memanfaatkan jaringan yang ada.

BAB II

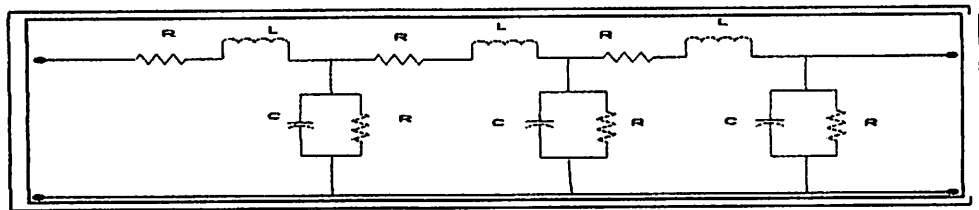
SISTEM TENAGA LISTRIK

Suatu sistem tenaga listrik pada umumnya terdiri atas tiga unsur yaitu pembangkit tenaga listrik, transmisi, dan pemakai tenaga listrik (beban). Pembangkit tenaga listrik terdiri atas berbagai jenis pusat tenaga listrik, seperti PLTA, PLTU, PLTN, PLTG dan PLTGU. Pada pusat - pusat pembangkit tersebut, sumber daya energi primer seperti bahan bakar fosil (minyak, gas alam dan batu bara), hidro, panas bumi dan nuklir diubah menjadi energi listrik. Salah satu aspek penting dalam sistem pembangkit adalah yang menyangkut konversi energi yaitu konversi energi dari bentuk mekanik ke bentuk energi listrik. Konversi energi ini berlangsung pada sistem tenaga melalui peralatan elektromagnetik yang disebut generator. Letak pusat tenaga listrik, dan hal ini terutama berlaku bagi pusat listrik tenaga air, sering jauh dari pusat-pusat beban, seperti kota dan industri. Dengan demikian, energi listrik yang dibangkitkan di pusat tenaga listrik harus disalurkan atau ditransmisikan melalui jarak-jarak yang jauh ke pusat beban. Melalui transformator penaik tegangan (*step up transformers*) energi listrik ini kemudian dikirimkan melalui saluran transmisi bertegangan tinggi menuju pusat-pusat beban.

2.1. Saluran Transmisi^[3]

Saluran transmisi sistem tenaga listrik adalah merupakan parameter-parameter saluran yang terdiri dari resistansi, induktansi, kapasitansi dan

konduktansi yang tersebar merata sepanjang saluran transmisi. Pada umumnya saluran-saluran transmisi adalah tiga fasa. Untuk menggambarkan suatu saluran transmisi secara umum ke dalam rangkaian ekuivalennya, resistansi (R) dan Induktansi (L) dinyatakan sebagai impedansi seri, sedangkan susceptansi kapazitif (B) dan konduktansi (G) dinyatakan sebagai admitansi shunt yang tersebar merata sepanjang saluran transmisi seperti yang terlihat pada gambar 2-1.



Gambar 2-1. Rangkaian Setara Saluran Transmisi
 Sumber : Analisis Sistem Tenaga Listrik, William D. Stevenson, Jr

Resistansi umumnya tergantung pada jenis penghantar sedangkan konduktansi menyatakan besarnya arus bocor antar penghantar, antar hantaran dengan tanah, tetapi nilainya relatif kecil maka dapat diabaikan. Induktansi adalah parameter rangkaian yang menghubungkan tegangan yang diimbaskan oleh perubahan fluks akibat perubahan arus, sedangkan kapasitansi suatu saluran transmisi timbul akibat adanya beda potensial antara penghantar dengan tanah, dalam hal ini kapasitansi menyebabkan penghantar bermuatan seperti yang terjadi pada plat kapasitor. Impedansi seri terbentuk dari resistansi dan induktansi yang terbagi merata sepanjang saluran, sedangkan konduktansi dan kapasitansi terdapat diantara penghantar-penghantar dari saluran fasa tunggal atau diantara penghantar dengan netral dari suatu saluran tiga fasa membentuk admitansi parallel. Nilai-

nilai dari parameter-parameter saluran tergantung pada panjang saluran dan sangat berpengaruh terhadap tegangan bus dan aliran daya yang mengalir pada saluran.

2.2. Transformator

Transformator merupakan bagian dari komponen sistem tenaga listrik yang tidak berputar yang mengubah tenaga listrik dari satu rangkaian ke rangkaian yang lain dengan frekwensi yang sama dengan tegangan dan arus yang bervariasi melalui rangkaian magnetik.

Ditinjau dari fungsinya, transformator dapat dibedakan menjadi :

Transformator Tenaga

1. Transformator Distribusi
2. Transformator Pengukuran

Transformator memberikan sarana tambahan untuk mengatur aliran daya, baik daya aktif maupun daya reaktif. Fungsi transformator dalam sistem tenaga listrik adalah mengubah tegangan dari satu tingkat ke tingkat tegangan yang lain.

2.3. Sistem Per Unit^[3]

Untuk memudahkan proses dalam perhitungan, dalam suatu system tenaga listrik digunakan sistem per unit (pu).

$$\text{Besaran per unit} = \frac{\text{Besaran}_{\text{sebenarnya}}}{\text{Besaran}_{\text{dasar}}} \dots\dots\dots (2.1)$$

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

➤ Untuk sistem 1 phasa

Arus Dasar :

$$I_d = \frac{kVA_{dasar\ 1\ phasa}}{kV_{dasar\ L-N}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Impedansi Dasar :

$$Z_d = \frac{(kV_{dasar\ L-N})^2 \times 10^{-3}}{kVA_{dasar\ 1\ phasa}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$Z_d = \frac{(kV_{dasar\ L-N})^2}{MVA_{dasar\ 1\ phasa}} \dots\dots\dots (2.4)$$

➤ Untuk sistem 3 phasa

Arus Dasar :

$$I_d = \frac{kVA_{dasar\ 3\ phasa}}{\sqrt{3} kV_{dasar\ L-L}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Impedansi dasar :

$$Z_d = \frac{(kV_{dasar\ L-L})^2 \times 10^{-3}}{kVA_{dasar\ 3\ phasa}} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Z_d = \frac{(kV_{dasar\ L-L})^2}{MVA_{dasar\ 3\ phasa}} \dots\dots\dots (2.7)$$

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

$$Z = \frac{\text{impedansi sebenarnya } Z(\Omega)}{\text{impedansi dasar } Z_d} \dots\dots\dots (2.8)$$

2.4. Pembagian Daya

1. Daya aktif (P)

Daya aktif adalah daya nyata yang dihasilkan suatu jaringan sistem tenaga listrik, oleh sebab itu daya aktif sering disebut sebagai daya nyata. Secara umum daya aktif memiliki persamaan $P = [V] [I] \cos \varphi$ dengan satuan Watt atau KW

2. Daya reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif dalam satuan VAR atau KVAR (Kilo Volt Ampere Reaktif). Daya reaktif memiliki persamaan umum $Q = [V] [I] \sin \varphi$.

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

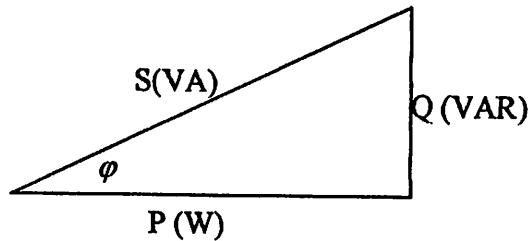
Daya reaktif induktif adalah daya listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan oleh alat-alat seperti motor induksi, transformator, dan sebagainya.

Daya reaktif kapasitif adalah daya yang dibutuhkan oleh kapasitor yang tidak menghasilkan kerja tetapi tersimpan dalam bentuk energi magnetis atau kapasitif.

3. Daya semu (S)

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

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \dots\dots\dots (2.9)$$



Gambar 2-2 Segitiga Daya
 Sumber : Analisis Sistem Tenaga Listrik, William D. Stevenson, Jr

2.5. Analisis Aliran Daya^[3]

Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, perlu dilakukan penganalisaan aliran daya, agar sistem dapat dioperasikan tidak hanya memenuhi persyaratan teknis tetapi juga persyaratan ekonomis.

Analisis aliran daya adalah suatu analisa tentang penyelesaian *steady state* (keadaan tetap) pada rangkaian suatu sistem tenaga listrik. Pada dasarnya analisa aliran daya bersifat untuk menentukan magnitude tegangan, sudut fasa, daya aktif dan daya reaktif untuk setiap simpul. Bila keempat variabel tersebut dapat ditentukan, aliran daya beserta rugi-rugi pada setiap saluran transmisi dapat dihitung. Schubungan dengan analisa aliran daya, variabel-variabel yang perlu diperhatikan adalah magnitude tegangan ($|V|$), sudut phasa tegangan (δ), daya aktif (P), dan daya reaktif (Q). Berdasarkan pada parameter yang diketahui, bus-bus pada sistem diklasifikasikan dalam tiga kategori bus, yaitu :

1. Bus Beban

Parameter-parameter yang diketahui adalah daya aktif (P) dan daya reaktif (Q), sedangkan yang dihitung adalah ($|V|$) dan δ

2. Bus Generator

Pada bus generator besarnya daya aktif (P) dan magnitude tegangan ($|V|$) ditentukan sedangkan besarnya daya reaktif (Q) dan δ akan dihitung.

3. Bus Swing/Slack

Pada bus ini besarnya daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) tidak ditentukan. Di lain pihak yang ditentukan adalah ($|V|$) dan sudut fasa δ yang biasanya bernilai nol, sehingga merupakan sudut referensi bagi tegangan dalam sistem. Simpul referensi ini diperlukan karena nilai daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) tidak ditentukan terlebih dahulu.

Daya total yang mengalir pada setiap bus

$$S_k = P_k + jQ_k = V_k^* I_k \dots\dots\dots (2.10)$$

Atau

$$P_k - jQ_k = V_k^* \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Dari persamaan } V_k = v_k + j\delta_k \text{ dan } Y_{kll} = G_{kll} - jB_{kll} \dots\dots\dots (2.12)$$

Menjadi

$$P_k - jQ_k = (v_k + j\delta_k) - \left(\sum_{n=1}^N G_{kn} jB_{kn} \right) (V_n + j\delta_n) \dots\dots\dots (2.13)$$

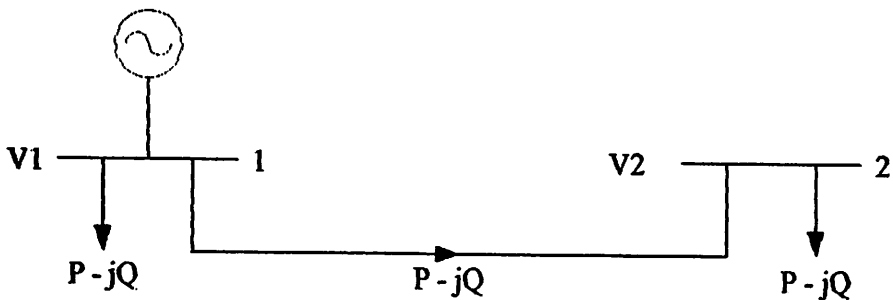
Bila dalam bentuk real dan imajiner maka :

$$P_k = \sum_{n=1}^N \{ v_k(v_n G_{kn} + B_{kn}) + (\delta_{kn} G_{kn} - v_k B_{kn}) \} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Q_k = \sum_{n=1}^N \{ \delta_k(v_n G_{kn} + \delta_n B_{kn}) - v_k(\delta_n G_{kn} - v_n B_{kn}) \} \dots\dots\dots (2.15)$$

2.6. Pengaruh Daya Reaktif Terhadap Tegangan^{[3][4]}

Keseimbangan daya reaktif yang dihasilkan dan digunakan harus dapat dipertahankan agar tidak terjadi perubahan tegangan. Bilamana besaran tegangan ini mengalami perubahan, maka daya reaktif pada simpul tegangan tersebut tidak dapat dipertahankan lagi. Ini perlu diberikan aliran daya reaktif dari sistem tersebut.



Gambar 2-3 Pengiriman Daya Oleh Simpul 1
 Sumber : Transmisi Tenaga Listrik, Ir. Abdul Kadir

Seperti terlihat pada gambar 2-2 diatas, $P + jQ$ adalah daya yang diberikan oleh pembangkit G dan diteruskan ke simpul beban, karena $R \ll X$, maka resistansi saluran transmisi dapat diabaikan, sehingga impedansi saluran transmisi adalah $Z = jX$. Karena adanya jatuh tegangan sepanjang saluran, maka berlaku hubungan

$$V_2 = V_1 - IZ \dots\dots\dots(2.16)$$

Bila daya yang mengalir pada saluran transmisi :

$$P + jQ = V_1 I^* \dots\dots\dots(2.17)$$

Maka :

$$I^* = \frac{P + jQ}{V_1} \dots\dots\dots(2.18)$$

Kenudian :

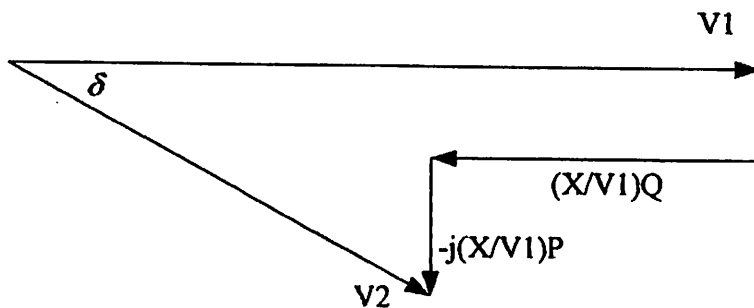
$$I = \frac{P + jQ}{V_1^*} = \frac{P - jQ}{V_1} \dots\dots\dots(2.19)$$

Bila V_1 dipilih sebagai referensi, maka dengan mensubstitusikan persamaan (2.12) ke dalam persamaan (2.19), diperoleh :

$$V_2 = V_1 - \frac{P - jQ}{V_1} jX \dots\dots\dots(2.13)$$

$$V_2 = V_1 - \frac{X}{V_1} Q - j \frac{X}{V_1} P \dots\dots\dots(2.14)$$

Persamaan ini adalah bentuk tegangan yang digambarkan pada gambar 2-3.



**Gambar 2-4. Diagram Fasor Bentuk Perubahan Tegangan
Sebagai Fungsi Aliran Daya Reaktif**
Sumber : Transmisi Tenaga Listrik, Ir. Abdul Kadir

Berdasarkan persamaan (2.13) dan gambar 2-4 dapat dijelaskan bahwa :

Perubahan daya aktif ΔP pada dasarnya hanya mempengaruhi sudut fasa tegangan δ , sedangkan magnitude tegangan hampir tidak berubah.

- a. Perubahan daya reaktif ΔQ pada dasarnya hanya mempengaruhi magnitude tegangan $|V|$ dan hampir tidak berpengaruh pada sudut fasa tegangan.
- b. Perubahan daya reaktif pada suatu simpul berpengaruh paling kuat pada simpul yang sama dan makin kurang berpengaruh pada simpul-simpul yang semakin jauh.

Perlu ditegaskan disini, bahwa hasil pengamatan diatas hanya berlaku untuk perubahan yang kecil. Jika diinginkan mempertahankan magnitude tegangan $|V_2|$ pada harga yang konstan, maka aliran daya reaktif harus diatur untuk disesuaikan dengan permintaan beban pada simpul 2.

2.7. Pengaturan Daya Reaktif dan Tegangan^[3]

Pengaturan tegangan pada dasarnya adalah pengaturan aliran daya reaktif pada saluran dan simpul, sehingga untuk mempertahankan tegangan di dalam batas-batas yang diinginkan, maka perlu keseimbangan daya reaktif pada simpul tersebut. Sebagaimana diketahui masalah-masalah tegangan dapat diakibatkan oleh pelanggaran batas atas maupun batas bawah. Jika ada terlalu banyak beban reaktif induktif, misalnya pada daerah industri, maka tegangan simpul terlalu rendah akan menjadi masalah.

Dengan menginjeksikan daya reaktif ke dalam sistem, pengatur –pengatur akan mengatur baik pembangkitan maupun aliran daya reaktif. Dengan cara ini profil tegangan simpul yang diinginkan dapat diperoleh. Karena daya reaktif tidak dapat ditransmisikan melalui saluran yang panjang (jauh), pengaturan tegangan harus dilakukan dengan mengubah peralatan khusus yang tersebar pada seluruh

sistem. Tindakan kontrol (pengaturan) yang digunakan secara umum untuk mengatur aliran daya reaktif dan tegangan adalah :

1. Perubahan tegangan pada terminal generator

Dengan mengubah eksitasi generator, maka akan merubah aliran daya reaktif yang diinjeksikan, sehingga akan merubah tegangan simpul generator maupun simpul beban.

2. Perubahan Tap-setting Transformator

Tindakan ini menambah atau mengurangi tegangan simpul dengan merubah tegangan belitan trafo. Karena simpul-simpul dalam suatu sistem tenaga dihubungkan melalui saluran transmisi, maka beberapa tegangan simpul bertambah dan beberapa tegangan simpul lain berkurang.

3. Kompensasi daya reaktif

Tindakan ini mencatu aliran daya reaktif sejumlah tertentu pada saluran transmisi dan simpul beban, sehingga akan menambah tegangan simpul beban yang terdekat. Biasanya makin dekat simpul itu terhadap peralatan kompensasi yang dipasang maka akan bertambah pula tegangan yang ditambahkan.

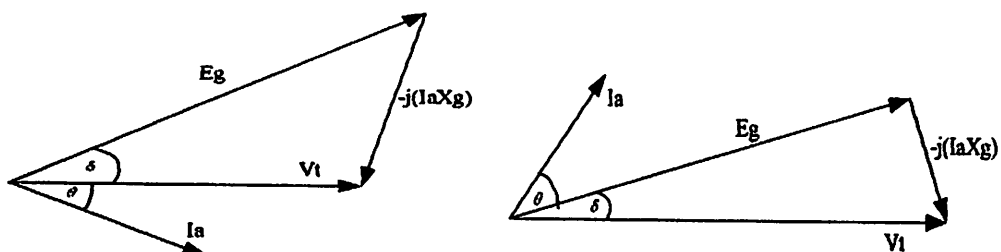
2.7.1. Pengaturan Dengan Eksitasi Generator

Perubahan eksitasi generator merupakan suatu faktor penting dalam pengaturan daya reaktif dan tegangan. Fungsi utama dari eksitasi (penguatan) generator adalah mengatur tegangan pada sisi terima dalam suatu harga yang telah ditetapkan dengan mengirimkan sejumlah daya reaktif. Tegangan terminal generator dapat berubah sesuai dengan perubahan eksitasi generator.

Jika suatu generator dihubungkan ke suatu sistem tenaga yang sangat besar, maka tegangan terminal generator V_t relatif konstan meskipun ada perubahan eksitasi pada generator. Simpul tempat generator dihubungkan disebut simpul yang tak terhingga (*infinite bus*). Jika masukan daya aktif ke sistem $P = |V_t||I_a| \cos \theta$ konstan dan dengan mengubah-ubah eksitasi untuk mengubah $|E_g|$ yang tinggi dan rendah, diagram fasornya dapat dilihat pada gambar 2-4. sudut δ dinamakan sudut daya dari generator itu. Eksitasi yang normal didefinisikan sebagai berikut :

$$|E_g| \cdot \cos \delta = V_t \dots \dots \dots (2.15)$$

Untuk keadaan pada gambar generator terlalu diperkuat (*over excited*) dan mencatu arus tertinggal (*lagging*) ke sistem atau generator memberikan daya reaktif ke sistem. Gambar adalah keadaan generator yang kurang diperkuat (*under excited*) yang mencatu arus mendahului (*leading*) ke sistem atau generator menyerap daya reaktif ke sistem.



Gambar 2-5. Diagram Fasor Penguatan Generator
 Sumber : Analisis Sistem Tenaga Listrik, William D. Stevenson, Jr

Kemampuan generator untuk membangkitkan daya reaktif dibatasi oleh rating thermal dari stator dan rotor serta output dari exciternya. Sedangkan

kemampuan generator untuk menyerap daya reaktif dari sistem dibatasi oleh persoalan stabilitasnya.

2.7.2. Pengaturan Dengan Tap-Setting Transformator

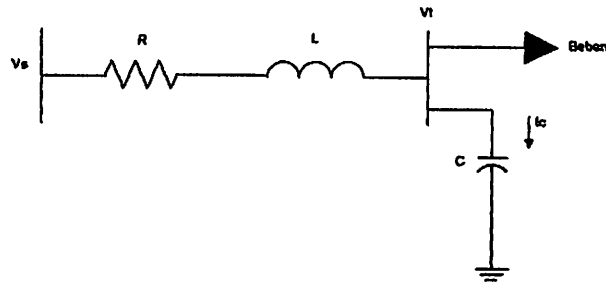
Pengaturan tegangan pada suatu sistem tenaga listrik dapat juga dilakukan dengan menggunakan trafo, yaitu dengan cara mengubah angka transformasinya sehingga didapat perubahan nilai tegangan pada rangkaian sisi sekunder sesuai dengan kebutuhan sistem. Jadi dengan pengubah tap yang sesuai dari setting-setting tap trafo diperoleh suatu injeksi daya reaktif yang diinginkan.

2.7.3. Pengaturan Dengan Peralatan Kompensasi Daya Reaktif

Rendahnya faktor daya beban akan mengakibatkan naiknya kebutuhan daya reaktif dan arus saluran. Karena itu diperlukan peralatan yang dapat mengkompensasi kebutuhan daya reaktif, baik *lagging* maupun *leading*. Kapasitor shunt digunakan untuk sirkit dengan faktor daya *lagging* sedangkan reaktor shunt untuk sirkit dengan faktor daya *leading*.

2.7.3.1. Kapasitor Shunt^[3]

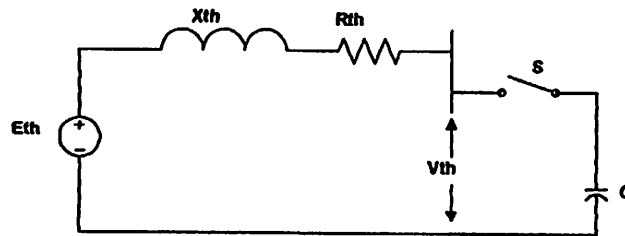
Pada dasarnya kapasitor suatu alat untuk mencatu daya reaktif pada titik pemasangannya. Dengan pemasangan kapasitor secara paralel pada sisi terima seperti pada gambar 2-6, rugi – rugi tegangan dan rugi – rugi lain pada saluran berkurang dan tegangan pada titik tersebut akan naik. Kapasitor – kapasitor shunt dapat dihubungkan secara tetap, tetapi sebagai pengatur tegangan dapat juga dihubungkan dan diputuskan dari sistem melalui saklar sesuai dengan perubahan – perubahan permintaan tegangan dan daya reaktif.



Gambar 2.6 Kapasitor Pada Simpul Beban

Sumber : William D. Stevenson 1996, "Anlisis sistem Tenaga Listrik," Edisi IV Erlangga

Jika pada suatu simpul tertentu dipasang kapasitor, kenaikan tegangan pada simpul dapat ditentukan dengan dalil thevenin.



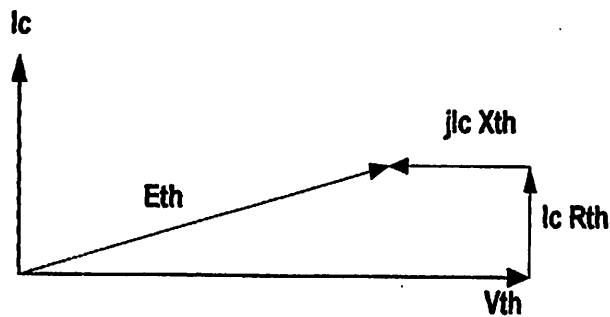
Gambar 2.7 Rangkaian Ekuivalen Pemasangan Kapasitor Dalam Bentuk Thevenin

Sumber : William D. Stevenson 1996, "Anlisis sistem Tenaga Listrik," Edisi IV Erlangga

Pada kapasitor belum terhubung (saklar terbuka), $V_t = E_{th}$. Jika saklar S ditutup maka akan mengalir arus kapasitif sebesar :

$$I_c = \frac{E_{th}}{Z_{th} - jX_c} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dagram phasornya diperlihatkan pada gambar 2 – 7, dimana terlihat bahwa kenaikan V_t yang disebabkan oleh penambahan kapasitor hampir sama dengan $j|I_c|X_{th}$.



Gambar 2.8 Diagram Kapasitor Sebelum dihubungkan Dengan saklar tertutup

Sumber : William D. Stevenson 1996, "*Analisis Sistem Tenaga Listrik*," Edisi IV Erlangga

Untuk menentukan rating VAR dari kapasitor yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan memperhitungkan daya reaktif beban.

2.7.3.2. Reaktor Shunt^[3]

Pada saluran transmisi panjang pengaruh kapasitansi pada saluran dapat menimbulkan arus pengisian (*line charging*) yang cukup besar. Bila ada pengaturan gejala ini sangat menguntungkan karena saat beban puncak kebutuhan daya reaktif cukup besar, sehingga kebutuhan daya reaktif ini dapat dipenuhi oleh saluran transmisi itu sendiri.

Sebaliknya pada saat beban ringan arus pengisian ini dapat menyebabkan kelebihan daya reaktif pada sistem yang menyebabkan kenaikan tegangan pada saluran transmisi. Untuk menyerap kelebihan daya reaktif kapasitif pada sistem ini dapat digunakan reaktor shunt yang berupa suatu kumparan dan dipasang paralel dengan sistem.

Untuk tujuan mengatur aliran daya reaktif, pada umumnya reaktor ini dikombinasikan dengan kapasitor sehingga kombinasi ini mempunyai

kemampuan untuk membangkitkan atau menyerap daya reaktif dari sistem. Dari persamaan saluran transmisi panjang diperoleh :

$$V_s = V_r \cosh \gamma l + I_r Z_c \sinh \gamma l \dots\dots\dots (2.17)$$

Pada beban nol, harga I_r sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Dengan demikian persamaan diatas menjadi :

$$V_s = V_{r0} \cosh \gamma l \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

V_{r0} = tegangan sisi terima pada sisi nol

$$\gamma l = (\alpha + j\beta)l$$

Karena arus mengalir pada saluran sangat kecil, maka rugi – rugi daya I^2R dapat diabaikan ($\alpha = 0$), sehingga :

$$V_s = V_{r0} \cosh \beta l \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1}{f\sqrt{LC}}$$

λ = Panjang gelombang

v = Cepat rambat gelombang

f = Frekuensi gelombang tegangan

Jadi :

$$V_s = V_m \cosh (2\pi f \sqrt{LC} l) \dots\dots\dots (2.20)$$

Dari persamaan diatas dapat dijelaskan bahwa jika supseptansi kapasitif saluran dikompensasi dengan reaktor shunt, maka harga $\cosh (2\pi f \sqrt{LC} l)$ akan naik. Dengan demikian kenaikan tegangan disisi terima dapat dikurangi.

BAB III

ANALISIS KOMPENSASI DAYA REAKTIF

DENGAN METODE *ELECTRIC OMICON (EO)*

Dalam penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, tegangan yang konstan merupakan salah satu syarat utama yang harus dipenuhi. Oleh karena itu masalah pengaturan tegangan merupakan masalah operasi sistem tenaga listrik yang perlu mendapatkan penanganan tersendiri. Pengaturan tegangan erat kaitannya dengan pengaturan daya reaktif dalam sistem.

Pengaturan daya reaktif dalam sistem tenaga listrik dapat dilakukan dengan memasang peralatan kompensasi daya reaktif dalam sistem yaitu berupa kapasitor bank maupun reaktor bank. Masalah pengaturan daya reaktif merupakan masalah yang multiojektif sehingga banyak faktor yang mempengaruhi disatu sisi dengan pengoptimalan daya reaktif berakibat pada naiknya profil tegangan dan disisi lain perhitungan nilai rugi-rugi daya yang terkompensasi harus sebanding dengan nilai investasi yang dikeluarkan.

3.1. Masalah optimasi multi-objektif⁽¹⁾

Masalah Optimisasi Multi-objektif umumnya meliputi nilai k sebagai fungsi tujuan dan m sebagai fungsi pembatas dari n variabel keputusan. Ini dapat dinyatakan seperti:

$$\text{Optimasi } y = F(x) = [F_1(x) \ F_2(x) \ \dots \ F_k(x)],$$

$$\text{Subjek } e(x) = [e_1(x) \ e_2(x) \ \dots \ e_m(x)] \leq 0,$$

$$\begin{aligned} \text{dimana} \quad x &= [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n] \in X, \\ \text{dan} \quad y &= [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_k] \in Y, \end{aligned} \quad (3.1)$$

Di mana x adalah garis vektor keputusan dan y garis vektor tujuan. Menurut definisi ini, masing-masing solusi terdiri dari garis vektor x , yang menghasilkan tujuan vektor y . Pembatas $e(x) \leq 0$ dapat diambil solusi $X_f \subset X$.

Di dalam suatu hubungan multi-objektif, konsep dominasi *Pareto* digunakan untuk membandingkan dua solusi. Seperti, mempertimbangkan dua garis vektor keputusan u dan v , dalam keadaan pengurangan, dikatakan u mendominasi v , menandakan seperti $u \phi v$, jika:

$$1- F_i(u) \leq F_i(v), \forall i \in \{1, 2, \dots, k\} \quad (3.2)$$

$$2- F_i(u) < F_i(v) \text{ untuk } i > 1. \quad (3.3)$$

Definisi dominasi dalam hubungan maksimalisasi adalah cara tepat yang dapat digunakan, hanya saja harus mengubah $\leq$ dan $<$ menjadi $\geq$ dan $>$. Garis vektor keputusan v dan u , disebut solusi *non-comparable*, yang ditandai oleh $v \sim u$, jika bukan v mendominasi v atau u mendominasi v , yaitu. v tidak menjadi lebih baik atau lebih buruk dibanding u , mempertimbangkan semua objek pada waktu yang sama.

Solusi yang mungkin tidak didominasi seperti yang dikenal sebagai satuan optimal Pareto yang lazim digambarkan sebagai:

$$P = \{x \in X_f \mid x \phi v \vee x \sim v \forall v \in X_f\} \quad (3.4)$$

Solusi yang optimal pada *Multiobjective Optimization Problem* (MOP) adalah suatu Pareto disebut P . Faktor MOP pada umumnya tidak mempunyai solusi optimal tunggal yang didominasi solusi-solusi lainnya, tetapi solusi *tradeoff*

(kesatuan) di mana tidak ada pertimbangan lebih baik atau lebih buruk dibanding yang lainnya.

3.2. Pencarian Koloni Semut (*ACS*)^[2]

ACS didasarkan pada perilaku semut pada saat mencari makanan. Masing-masing semut meninggalkan jejak pada jalur tersebut dari sarang ke makanan. *Pheromone* menguap seiring waktu, sehingga semut lainnya dapat mencapai makanan sama dengan mengikuti jalur terpendek yang ditandai dengan kuantitas *pheromone* terkuat. Beberapa aplikasi *ACS* terbaru yang diajukan dalam sistem distribusi berhubungan dengan restorasi *feeder* dan penyesuaian *switch* optimum untuk perencanaan sistem distribusi. Semut riil mampu menemukan jalur terpendek antara sumber makanan dengan koloni rumah mereka. mereka juga mempunyai kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, contohnya menemukan jalur terpendek dan baru ketika jalur lama tidak lagi cocok sehubungan dengan rintangan baru.

Semut menyimpan jumlah *pheromone* tertentu ketika berjalan. Seekor semut cenderung memilih jalur positif yang berhubungan dengan intensitas *pheromone*. *Pheromone* menguap seiring waktu (misalnya kehilangan intensitasnya jika semut lain tidak menaruh *pheromone* lagi). Jika beberapa semut memilih jalur tertentu dan menaruh *pheromone*, maka intensitas dari jalur tersebut meningkat dan dengan demikian lintasan ini menarik lebih banyak semut. Perubahan lingkungan membuat semut di bagian depan tidak dapat mengikuti lintasan *pheromone*. Oleh karena itu, semut tersebut akan memilih jalur secara

acak. Ini berarti bahwa semut akan memilih jalur pada titik C atau D dengan probabilitas yang sama (gambar 1). Kemudian semut yang memilih jalur lebih pendek di seputar rintangan akan bergerak lebih cepat daripada semut yang memilih jalur lebih lama. *Pheromone* pada jalur lebih pendek akan dibentuk kembali secara lebih cepat dan ini akan menyebabkan lebih banyak semut memilih jalur lebih pendek digunakan.

3.3. Stenght Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA)^[1]

Metode SPEA (*Strength Pareto Evolutionary Algorithm*) adalah program pengembangan dari ACO yang digunakan dalam memecahkan masalah daya reaktif dalam ruang lingkup multiobjektif. Dalam pemecahan solusi SPEA dapat diringkas langkah-langkah sebagai berikut :

1. Generasi dari populasi awal Pop , menggunakan metoda heuristik diarahkan dan ciptaan dua ruang kosong non dominasi eksternal menetapkan P_{known} Dan SP_{known} (yang disimpan dalam populasi eksternal)
2. Kopi anggota yang non dominasi Pop ke P_{known} dan SP_{known} .
3. Menghilangkan individu di dalam SP_{known} , yang didominasi oleh anggota SP_{known} yang lain.
4. Jika banyaknya solusi dalam P_{known} melebihi ketentuan maksimum gen, kurangi P_{known} .
5. Hitung *fitness* (evaluasi) kemampuan dari tiap individu dalam Pop dan P_{known} dengan menggunakan standar SPEA.
6. Menseleksi $Pop + P_{known}$.

7. Menerapkan P_{lo} (menggunakan optimisasi lokal), P_c (*Crossover*) dan P_m (*Mutasi*), dalam operasi standar genetika baku.
8. Jika ukuran penghentian (gen belum maksimal) tidak dapat dibuktikan ulangi langkah 2.

Sebuah pendekatan berdasarkan pada metode SPEA (*Strength Pareto Evolutionary Algorithm*) diaplikasikan ke masalah multiobjektif reaktif pada jaringan listrik termasuk pada saluran transmisi. Masalah ini telah dirumuskan sebagai masalah multi objektif, disamping mempertimbangkan kompensasi biaya peralatan, dan fungsi-fungsi deviasi tegangan. Hasil-hasil terlihat bahwa pendekatan yang diusulkan sangat efisien untuk memecahkan masalah multi objektif reaktif. Solusi-solusi non dominasi yang diperoleh sangat bagus untuk disalurkan dan mempunyai karakteristik keanekaragaman memuaskan.

3.4. Metode *Electric Omicron* (EO)^[1]

Algoritma ACO yang diilhami dari perilaku nyata koloni semut. Realitanya (secara biologi) semut berkomunikasi satu sama lain di dalam perjalanan secara tidak langsung menggunakan unsur kimia *pheromone*. Dengan cara yang sama, semut tiruan yang diciptakan oleh suatu algoritma ACO, komunikasi semut tiruan yang menggunakan matriks $\tau = \{\tau_{ij}\}$, disebut matriks *pheromone*. Matriks *Pheromone* menambahkan beberapa informasi yang telah ditemukan oleh semut terdahulu sebagai penunjuk semut baru untuk menghasilkan solusi terbaik. Algoritma ACO juga menggunakan informasi *heuristik* η . *Heuristik* η digunakan dalam menggambarkan masalah kompensasi daya reaktif.

Suatu tiruan penyimpanan informasi dalam τ dan η untuk menghasilkan solusi terbaik, yaitu dengan berkeliling di semua busbar sistem tenaga. Pada masing-masing busbar i semut menentukan suatu probabilitas memilih kompensasi b_{ij} untuk busbar i penggunaan persamaan:

$$Pr_{ij} = \left\{ \frac{\tau_{ij}^{\alpha} x \eta_{ij}^{\beta}}{\sum \tau_{ij}^{\alpha} x \eta_{ij}^{\beta}} \right\} \dots\dots\dots (3.5)$$

Di mana α dan β menggambarkan pengaruh relatif informasi *heuristik* dan tingkatan *pheromone*. Suatu kejadian yang mungkin setiap b_{ij} , dipilih dengan pertimbangan pada probabilitas yang dihubungkan masing-masing nilai kompensasi. Prosedur yang sama dilakukan pada kompensasi pada tiap-tiap busbar dalam sistem tenaga.

Semua solusi yang tidak mendominasi disimpan dalam seperangkat pengenalan sebagai populasi *Pop*. Setiap kali suatu solusi baru dihasilkan dibandingkan dengan kasatuan *Pop*. Jika solusi baru yang tidak mendominasi maka disimpan pada *Pop*, dan jika sebaliknya dihilangkan.

Proses iteratinsi diulangi dalam K waktu, kemudian τ dibaharui menggunakan m , dan solusi m disimpan dalam *Pop*. Parameter O (*Omicron*) menggambarkan jumlah pheromone yang menyimpan solusi. Matrik *Pheromone* berhubungan suatu garis vektor baris pada masing-masing busbar dan vektor kolom pada tiap-tiap kompensasi b_j . Di dalam membaharui proses, semua masukan di dalam τ dengan menempatkan nilai awal τ_0 . Untuk memperbaharui τ , pada semut tiruan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Ambil suatu solusi *Pop*.

2. Menghitung nilai b_{ij} menempatkan alat kompensasi dalam busbar i .
3. Menghitung deposit sejumlah pheromone di kolom τ menghubungkan b_j pada baris i dan τ
4. Ulangi langkah 2 dan 3 untuk tiap-tiap busbar di dalam sistem sampai nilai i maksimal.
5. Ulangi langkah 1 sampai 4 untuk tiap-tiap solusi dalam Pop sampai Pop maksimal.

Sebagai konsekwensi, masukan τ hanya mengambil nilai antara τ_0 dan $O + \tau$.

3.4.1. Fungsi objektif masalah kompensasi daya reaktif ^[1]

Dua fungsi objektif (F_1, F_2) dapat yang dirumuskan sebagai berikut:

F_1 : Biaya investasi pemasangan alat kompensasi daya reaktif:

$$F_1 = \sum_{i=1}^n |B_i|(3.5)$$

Di mana :

- F_1 : total investasi yang diperlukan;
- B_i : kompensasi pada busbar i dengan satuan MVar
- n : banyaknya busbar .

F_2 : *Deviasi* tegangan rata-rata:

$$F_2 = \frac{\sum_{i=1}^n |V_i^* - V_i|}{n}(3.6)$$

Dimana:

- F_2 : perbedaan tegangan rata-rata per unit (pu)

V_i : tegangan nyata pada busbar i per unit (pu)

V_i^* : tegangan yang diinginkan pada busbar i .

3.4.2. Penerapan *Electric Omicron* (EO) dalam masalah kompensasi daya reaktif^[1]

Penyelesaian masalah pemasangan alat kompensasi daya reaktif dalam pemenuhan ekonomi dan pembatasan operasi diwakili oleh suatu garis vektor $x = B$ dengan dimensi n di mana masing-masing masukkan sekutu b_i adalah nilai dari kompensasi reaktif pada busbar i .

Sebagai contoh, penentuan sistem tiga busbar, $x = [-2, 0, 3]$ menghasilkan suatu solusi pada busbar yang pertama mempunyai suatu kompensasi reaktor 2 MVar, busbar yang kedua tidak memiliki kompensasi dan busbar ketiga mempunyai kapasitor 3 MVar. Kemudian, untuk solusi x , pada beban dan aliran beban ditentukan arah garis vektor objektif $y = [F_1(x), F_2(x)]$.

Ketersediaan dari alat kompensasi daya reaktif secara komersial membatasi banyaknya kemungkinan nilai kompensasi yang ditentukan untuk masing-masing busbar. Jumlah kompensasi yang tersedia untuk suatu busbar ditandai dengan c . Seperti, suatu garis vektor c tingkat kompensasi ditentukan untuk masing-masing busbar i sebagai $B_i = [b_{i1}, \dots, b_{ij}, \dots, b_{ic}]$. Secara sederhana, nilai yang sama pada c telah diadopsi untuk tiap-tiap busbar.

Di dalam keadaan obyek tunggal pada umumnya mengarahkan semut untuk menempatkan pilihan lokasi terbaik. Tetapi, dalam konteks multiobjektif tidaklah selalu mungkin menentukan pilihan lokasi terbaik karena objek yang berbeda diantara mereka berlawanan. Jadi, untuk penyelesaian ini, mengurangi

deviasi tegangan dengan meningkatkan kompensasi daya reaktif dan sisi lain, memperkecil investasi dengan mengurangi rugi-rugi daya.

Didasarkan pada pertimbangan *Tradeoff* semacam ini, dua fungsi berbeda telah diciptakan dan dikombinasikan untuk menyelesaikan. Kedua fungsi “mengarahkan” semut untuk tiap-tiap kompensasi, b_j , pada masing-masing busbar.

Solusi aliran beban yang pertama dipertimbangkan adalah menghitung jaringan dengan dasar kompensasi dalam sistem, untuk makalah ini diasumsikan sistem tidak ada kompensasi daya reaktif sama sekali.

Berdasarkan pada hasil Aliran Beban, efisiensi η digambarkan sebagai kombinasi linier dua fungsi: η_1 dan η_2 .

Fungsi pertama, η_1 mengarahkan semut untuk membangun solusi terbaik dengan nilai kompensasi tinggi, dengan deviasi tegangan rendah. Fungsi η_1 membuat suatu matriks semacam τ pada baris tiap-tiap busbar dan kolom pada tiap-tiap probabilitas kompensasi b_j . Matriks ini memilih tiap-tiap b_j untuk masing-masing busbar. Penetapan dibuat menurut kompensasi pada setiap busbar. Jika kompensasi induktif memberi kemungkinan kenaikan pada level rendah akan terpilih kapasitor bank (lihat gambar3-1). Dan untuk kemungkinan nilai maksimum menentukan nilai kapasitor (atau induktor) bank berbanding lurus dengan deviasi tegangan pada setiap busbar.

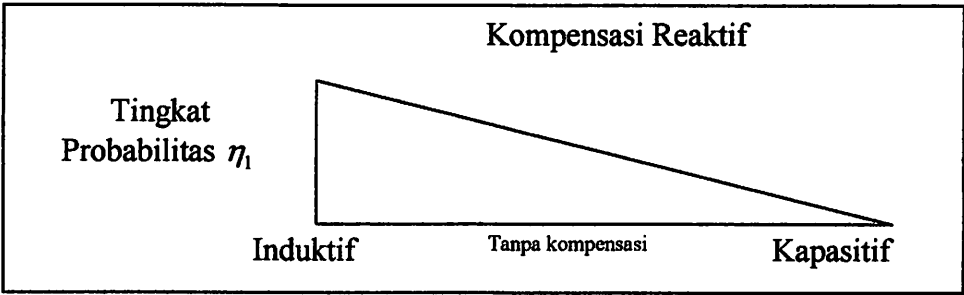
Fungsi kedua, η_2 mengarahkan semut untuk membangun solusi dengan tingkat kompensasi rendah, prioritas η_2 adalah dengan meminimalkan investasi dan deviasi tegangan rendah. Untuk mencapai tujuannya, probabilitas η_2 rendah

memilih nilai tinggi pada kapasitor bank atau induktor bank dan pada probabilitas tinggi memilih kedua alat dengan nilai kecil dan atau tanpa alat kompensasi seperti ditunjukkan gambar 3-2.

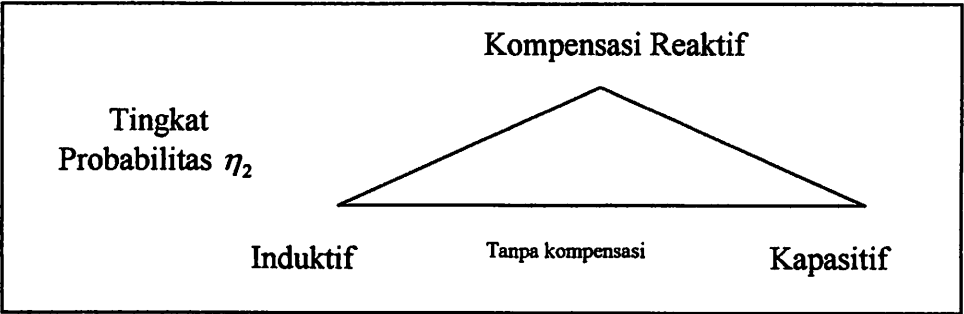
Secara umum η_1 dan η_2 kombinasi linier dapat digambarkan:

$$\eta[ij] = W_1 * \eta_1[ij] + W_2 * \eta_2[j] \dots\dots\dots(3.7)$$

Di mana w_1 dan w_2 adalah faktor berat (dengan $w_1 + w_2 = 1$) dengan perubahan iterasi pada algoritma, yaitu w_1 adalah nilai awal dan w_2 adalah 0; kemudian w_1 adalah pengurangan dinamis dengan nomor iterasi akhir sampai mendapatkan nilai final yaitu 0, ketika w_2 mendapatkan nilai 1.

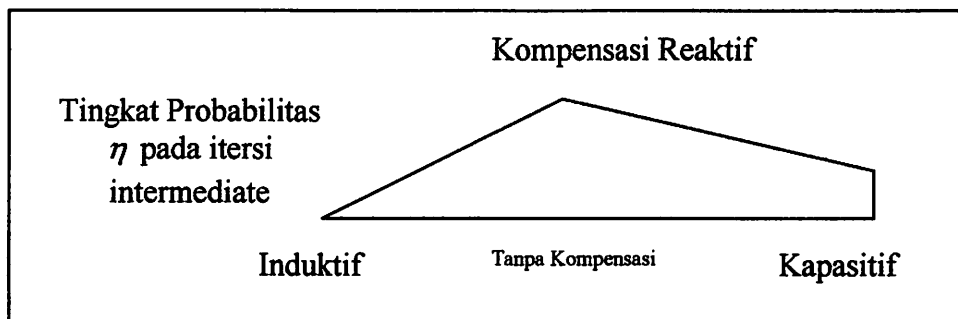


Gambar 3-1
Grafik penempatan η_1 , dalam keadaan kompensasi kapasitif dilakukan
 Sumber : *Multiobjective Reactive Power Compensation with an Ant Colony Optimization Algorithm* P. Gardel, B Barán, H Estigarribia, U Fernández dan S. Duarte



Gambar 3-2
Grafik penempatan η_2 , dalam keadaan kompensasi batal dilakukan
 Sumber : *Multiobjective Reactive Power Compensation with an Ant Colony Optimization Algorithm* P. Gardel, B Barán, H Estigarribia, U Fernández dan S. Duarte

Pada awal dijalankan, η memberikan banyak *probability* seperti pada gambar 1, sedang pada bagian akhir, *probability* distribusi diperlihatkan seperti gambar 2. Pada suatu iterasi *intermediate* (pertengahan) dengan $w_1 = w_2 = 0.5$, distribusi akan terlihat kemungkinan yang ditunjukkan seperti gambar 3-3.



Gambar 3-3

Grafik penempatan η , pada iterasi pertengahan generasi

Sumber : *Multiobjective Reactive Power Compensation with an Ant Colony Optimization Algorithm* P. Gardel, B Barán, H Estigarribia, U Fernández dan S. Duarte

Dengan pemanfaatan jarak penglihatan yang dikombinasikan itu adalah perubahan dinamis mengarah pada pencapaian solusi dengan kompensasi tinggi pada awal generasi dan solusi dengan kompensasi rendah di akhir generasi.

3.4.3. Operator Electric Omicron dalam SPEA^{[1][5]}

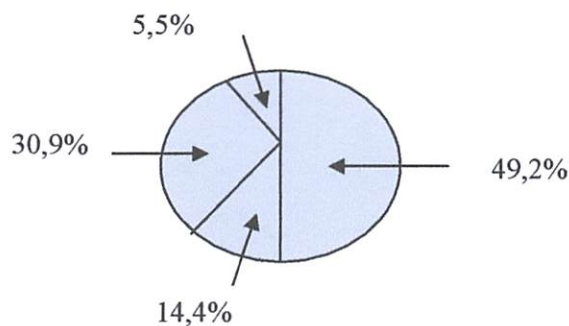
EO merupakan metode yang yang dikembangkan dari metode SPEA dengan memperhatikan semut dalam meninggalkan jejak yaitu *pheromone*, dengan memperlakukan *pheromone* dalam suatu populasi ke populasi yang baru menggunakan seleksi dan operator. Operator SPEA yang digunakan adalah sama dengan operasi genetika yaitu reproduksi, *crossover*, dan mutasi yang masing-masing menggunakan proses probabilitas dalam pemilihan dan pengoperasian.

3.4.3.1. Seleksi

Reproduksi merupakan suatu proses dimana struktur string kromosom disalin dari generasi ke generasi yang lain sesuai dengan nilai *fitness*. Tiruan string yang sesuai dengan nilai *fitness* atau lebih tinggi memiliki kemungkinan yang lebih besar atas penambahan keturunan pada generasi berikutnya. Operator ini merupakan salah satu jenis seleksi alami buatan yang penyelesaiannya menggunakan “*Roulette Wheel*/roda roulette”.

Prosedur penyeleksian menggunakan *Roulette Wheel* :

- Jumlah populasi yang sehat/*fit* disebut total *fitness* (F_{sum}).
- Menghasilkan jumlah yang acak/random (n) antara 0 dan total *fitness* (F_{sum}).
- Hasil dari populasi pertama yang sehat digabung dengan populasi terdahulu yang sehat adalah lebih besar atau sama dengan n .



Gambar 3-4. Seleksi Dengan *Roulette Wheel*

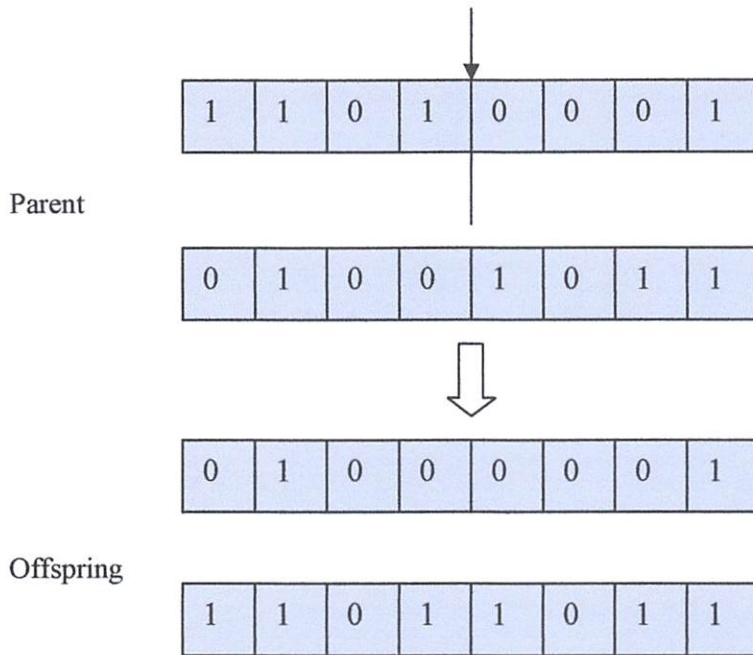
Sumber : Mitsuo Gen, Runwei Cheng, “ *Genetic Algorithm And Engineering Design* “. (John Wiley & Son, Inc, 1994) p-7

Berdasarkan contoh gambar di atas, garis tengah dari *roulette wheel* adalah F_{sum} dari ke empat kromosom. Kromosom nomor 2 adalah yang terlihat dan berada pada interval yang terbesar dan sebaliknya, kromosom nomor 3 adalah yang terjelek dan ada pada interval yang terkecil dalam *roulette wheel*, dari penyelesaian di atas string yang paling sehat dimasukkan ke dalam suatu “*Mapping Pool*/tempat persemaian”. String kromosom ini sifatnya sementara, karena akan dilakukan operasi genetika selanjutnya.

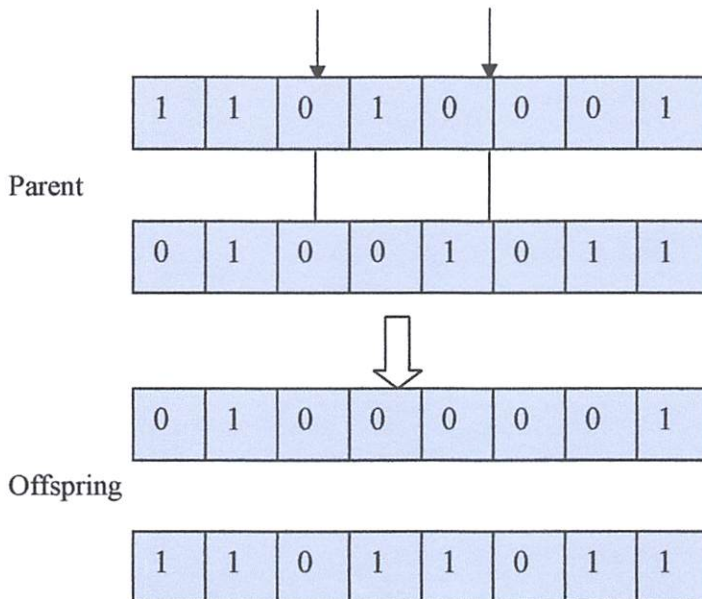
3.4.3.2. *Crossover* (Pindah Silang)

Crossover adalah operator genetika yang utama. Operator ini bekerja dengan mengambil 2 individu dan memotong string kromosom mereka pada posisi yang terpilih secara random. Sebagai contoh adalah jika kita mengambil induk yang dipresentasikan dengan 5 dimensi vector $(a_1, b_1, c_1, d_1, e_1)$ dan $(a_2, b_2, c_2, d_2, e_2)$ kemudian dilakukan *crossing* pada posisi ketiga kromosom-kromosomnya sehingga didapat keturunan $(a_1, b_1, c_2, d_2, e_2)$ dan $(a_2, b_2, c_1, d_1, e_1)$. Operasi ini tidak selalu dilakukan pada semua individu yang ada. Individu dipilih secara random untuk dilakukan secara *crossing* dengan P_c antara 0,6 sampai dengan 1,0. Jika *crossover* tidak dilakukan, maka nilai dari induk akan diturunkan kepada keturunan.

- *Crossover satu titik*



- *Crossover dua titik*



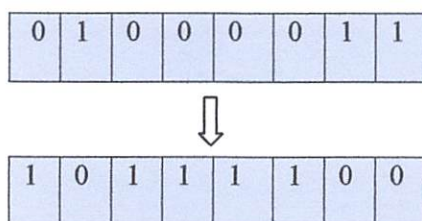
Gambar 3-5. Ilustrasi Operasi Crossover Dalam Genetic Algorithm

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

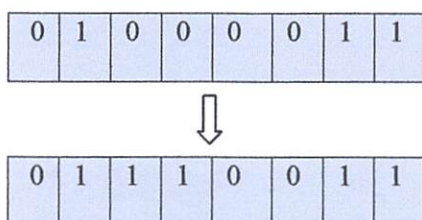
3.4.3.2. Mutasi

Operator mutasi yang digunakan untuk melakukan modifikasi satu atau lebih nilai gen dalam individu yang sama. Mutasi memastikan bahwa probabilitas untuk pencarian pada daerah tertentu dalam persoalan tidak akan pernah nol dan mencegah kehilangan total materi genetika setelah pemilihan dan penghapusan. Mutasi ini bukanlah operator genetika yang utama, yang dilakukan secara random pada gen dengan kemungkinan yang kecil (P_m sekitar 0,1). Ilustrasi mengenai cara kerja operator ini digambarkan pada gambar 3-6.

- Semua gen dalam kromosom berubah



- Semua bit dalam satu gen akan berubah (misal : gen 2 yang mengalami mutasi)



Gambar 3-6. Ilustrasi Operasi Mutasi Dalam Genetic Algorithm

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

3.4.3.3. Fungsi *Fitness* (Fungsi Evaluasi)

Fungsi *fitness* meliputi kemampuan untuk membandingkan kualitas solusi dari generasi ke generasi. Nilai fungsi *fitness* $[F(x)]$ berbanding lurus dengan kuadrat string kromosom (x^2) dan dirumuskan sebagai berikut :

$$F(x) = x^2 \dots\dots\dots(3.8)$$

Persamaan di atas dapat mengurangi efek genetika yang menyimpang dan akan menghasilkan kromosom yang sehat. Penggambaran nilai *fitness* ditunjukkan oleh tabel di bawah ini :

Tabel 3-1
String dan Nilai Fitness

No	<i>String</i>	<i>fitness</i>	% dari jumlah
1	11010	169	14.4
2	11000	576	49.2
3	10000	64	5.5
4	10011	361	30.9
Jumlah		1170	100

Nilai *fitness* tidak dapat langsung dihubungkan dengan nilai tujuannya, melainkan harus dirangking terlebih dahulu dengan nilai tujuannya. Dengan cara ini, maka akan dapat ditentukan kromosom-kromosom mana yang layak digunakan dalam proses selanjutnya sehingga konvergensi awal dapat dihindari dan akan mempercepat penelitian ketika populasi mendekati konvergen.

3.5. Analisis Aliran Daya

3.5.1. Metode Newton-Raphson^[8]

Metode Newton-Raphson dapat diterapkan untuk menyelesaikan persamaan aliran daya menggunakan bentuk polar atau bentuk siku-siku. Untuk keseluruhan N buah rel, persamaan daya aktif dan daya reaktif pada bus *k* adalah :

$$P_k = \sum_{n=1}^N |V_k V_n Y_{kn}| \cos(\theta_{kn} + \delta_n - \delta_k) \dots \dots \dots (3.9)$$

$$Q_k = \sum_{n=1}^N |V_k V_n Y_{kn}| \sin(\theta_{kn} + \delta_n - \delta_k) \dots \dots \dots (3.10)$$

dimana : $n \neq k$

Proses yang dilakukan adalah membandingkan antara daya yang ditempatkan berdasarkan data ($P_{k,spec}$ dan $Q_{k,spec}$) dengan daya hasil perhitungan ($P_{k,calc}$ dan $Q_{k,calc}$) menggunakan persamaan (3.9) dan (3.10). Subskrip “*spec*” berarti “*yang ditetapkan*” (*specified*) sedangkan “*calc*” berarti “*yang dihitung*” (*calculated*). Selisih daya yang diterapkan dan perhitungan (ΔP_k dan ΔQ_k) dihitung dengan persamaan :

$$\Delta P_k = P_{k,spec} - P_{k,calc} \dots\dots\dots(3.11)$$

$$\Delta Q_k = Q_{k,spec} - Q_{k,calc} \dots\dots\dots(3.12)$$

Persamaan (3.11) dan (3.13) diatas digunakan untuk menghitung nilai perubahan parameter tegangan bus, yaitu $\Delta|V_k|$ dan $\Delta\delta_k$ yaitu dengan menggunakan elemen Jacobian, sehingga koreksi terhadap nilai parameter tegangan yang telah ditetapkan nilai awal sebelumnya. Elemen Jacobian sendiri sendiri merupakan turunan parsial P dan Q terhadap masing-masing variable pada persamaan (3.9) dan (3.10), yang dalam bentuk matriks ditulis sebagai :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\delta \\ \Delta|V| \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3.7)$$

elemen-elemen Jacobian dapat dihitung dengan menurunkan persamaan persamaan (3.9) dan (3.10). Perubahan nilai tegangan bus dijumlahkan dengan nilai tegangan bus sebelumnya yang kemudian nilai tegangan bus terbaru ini digunakan untuk menghitung kembali daya $P_{k,calc}$ dan $Q_{k,calc}$ menurut persamaan (3.9) dan (3.10).

Proses ini terus berulang, yang disebut iterasi hingga mencapai kondisi dimana nilai perubahan daya ΔP dan ΔQ untuk semua simpul mendekati nilai toleransi atau proses perhitungan iterasi mendekati konvergen.

3.5.2. Prosedur Aliran Daya Newton Raphson^[8]

1. Tentukan nilai-nilai $P_{k,spec}$ dan $Q_{k,spec}$ yang mengalir kedalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau perkiraan dari besar dan sudut tegangan untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
2. Hitung ΔP pada setiap rel.
3. Hitung nilai-nilai jacobian dengan menggunakan nilai-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari besar dan sudut tegangan dalam persamaan turunan parsial yang ditentukan dengan differensiasi persamaan (3.9) dan (3.10).
4. Balikkan jacobian itu dan hitung koreksi tegangan $\Delta \delta_k$ dan $\Delta |V_k|$ pada nilai sebelumnya.
5. Hitung nilai baru dari δ_k dan $|V_k|$ dengan menambahkan $\Delta \delta_k$ dan $\Delta |V_k|$ pada nilai sebelumnya.
6. Kembali ke langkah 1 dan ulang proses diatas menggunakan nilai untuk besar dan sudut tegangan yang ditentukan paling akhir sehingga semua nilai ΔP dan ΔQ atau semua nilai $\Delta \delta$ dan $\Delta |V|$ lebi kecil dari suatu indeks ketepatan yang telah dipilih.

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS HASIL

4.1. Program Komputer *Electric Omicron* (EO)

Dalam penyelesaian masalah EO diperlukan bantuan program komputer untuk proses perhitungan yang membutuhkan ketelitian dan keakuratan.

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7. Bahasa pemrograman Delphi 7 merupakan bahasa pemrograman yang relatif mudah untuk dipelajari dan digunakan.

4.1.1. Algoritma Pemrograman

1. Generasi dari populasi awal Pop, menggunakan metoda heuristik diarahkan dan ciptaan dua ruang kosong non dominasi eksternal menetapkan P_{known} Dan SP_{known} (yang disimpan dalam populasi eksternal)
2. Kopi anggota yang non dominasi Pop ke P_{known} dan SP_{known} .
3. Menghilangkan individu di dalam SP_{known} , yang didominasi oleh anggota SP_{known} yang lain.
4. Jika banyaknya solusi dalam P_{known} melebihi ketentuan maksimum gen, kurangi P_{known} .
5. Hitung *fitness* (evaluasi) kemampuan dari tiap individu dalam Pop dan P_{known} dengan menggunakan standar SPEA.
6. Menseleksi Pop + P_{known} .
7. Menerapkan P_{to} (menggunakan optimisasi lokal), P_c (*Crossover*) dan P_m (*Mutasi*), dalam operasi standar genetika baku.
8. Jika ukuran penghentian (gen belum maksimal) tidak dapat dibuktikan ulangi langkah 2.

1997: 10, 393-5

[illegible][illegible]

1. Содержание

и, следовательно, в соответствии с формулой (1) получим:

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific requirements of the task.

[illegible]

1. Содержание 2. Введение 3. Основы теории 4. Практические задания 5. Заключение

...қарама-қарсы бағыттағы қозғалысқа қатысты

Безопасность России и обеспечение благополучия наших соотечественников

SECRET

primo, benéfico para a economia, ao substituir produtos estrangeiros por outros

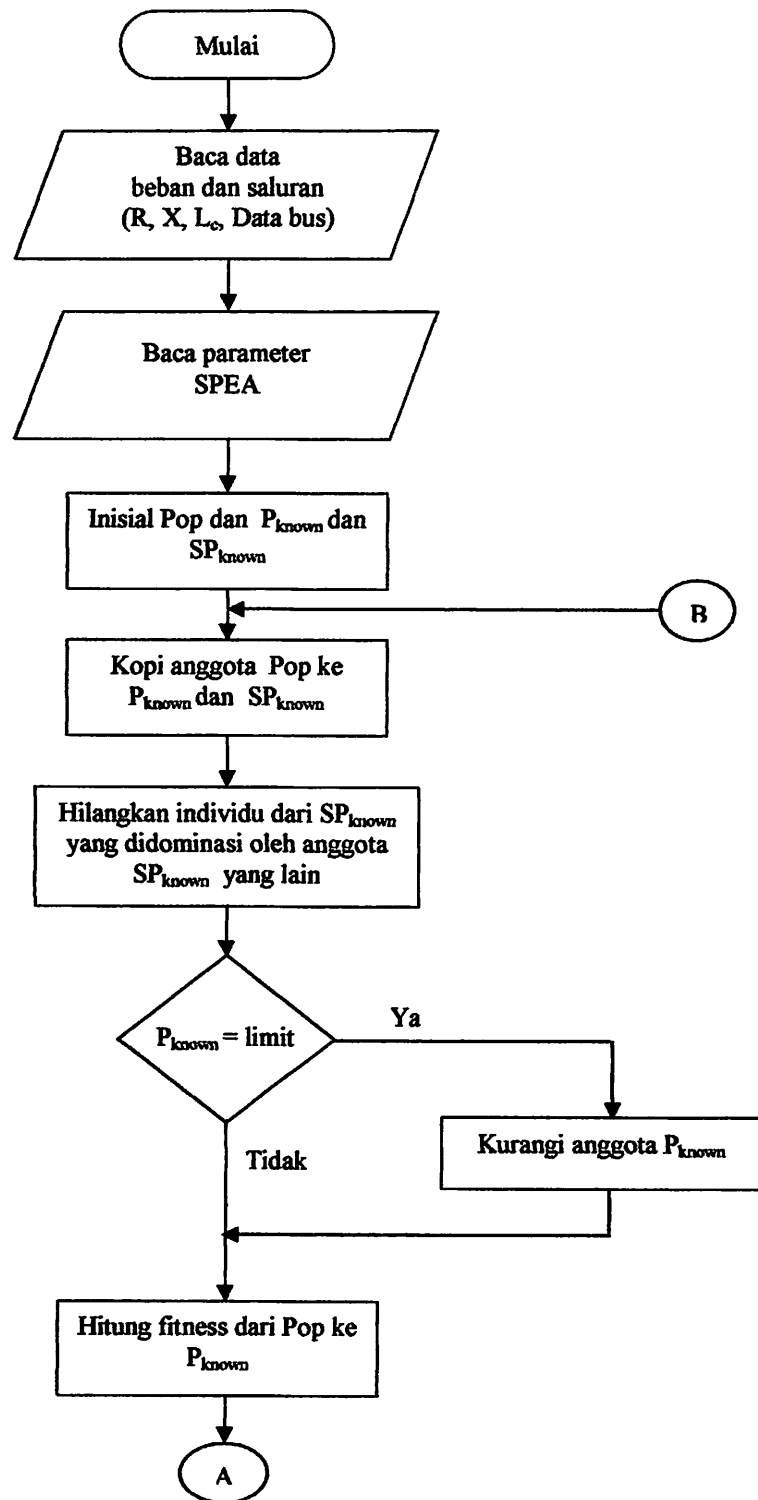
100-100000-100000-100000 (10)

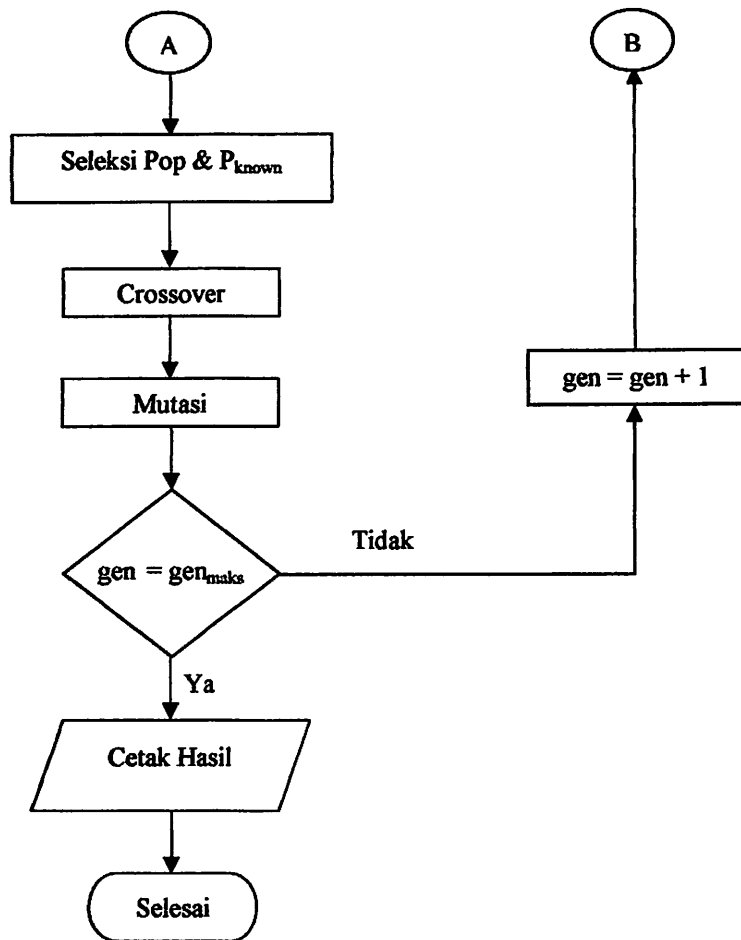
1975-1976

100

100

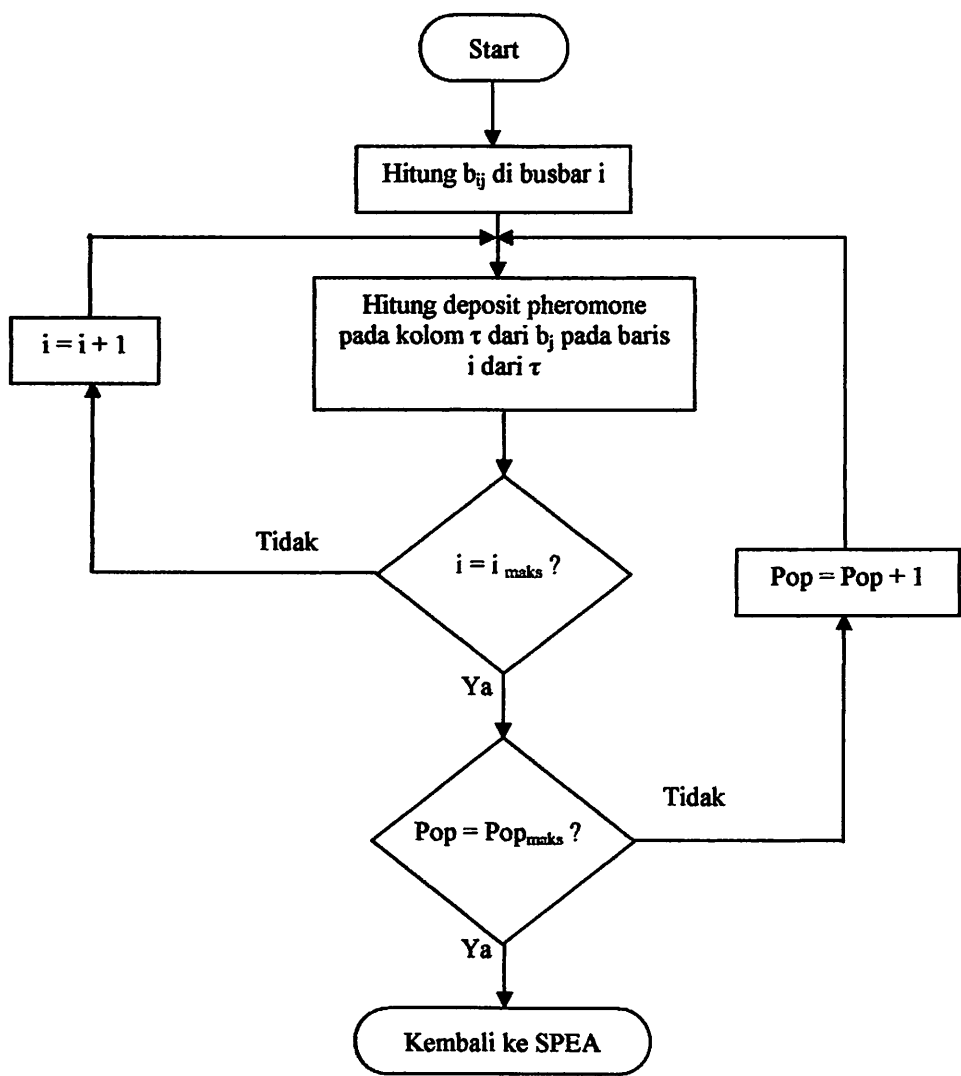
4.1.2. Flowchart SPEA





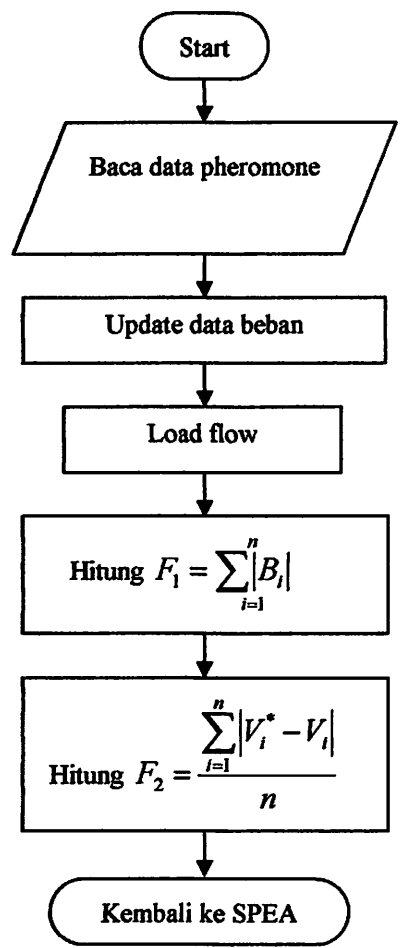
Gambar 4-1
Flowchart SPEA

4.1.3. Flowchart Electric Omicron



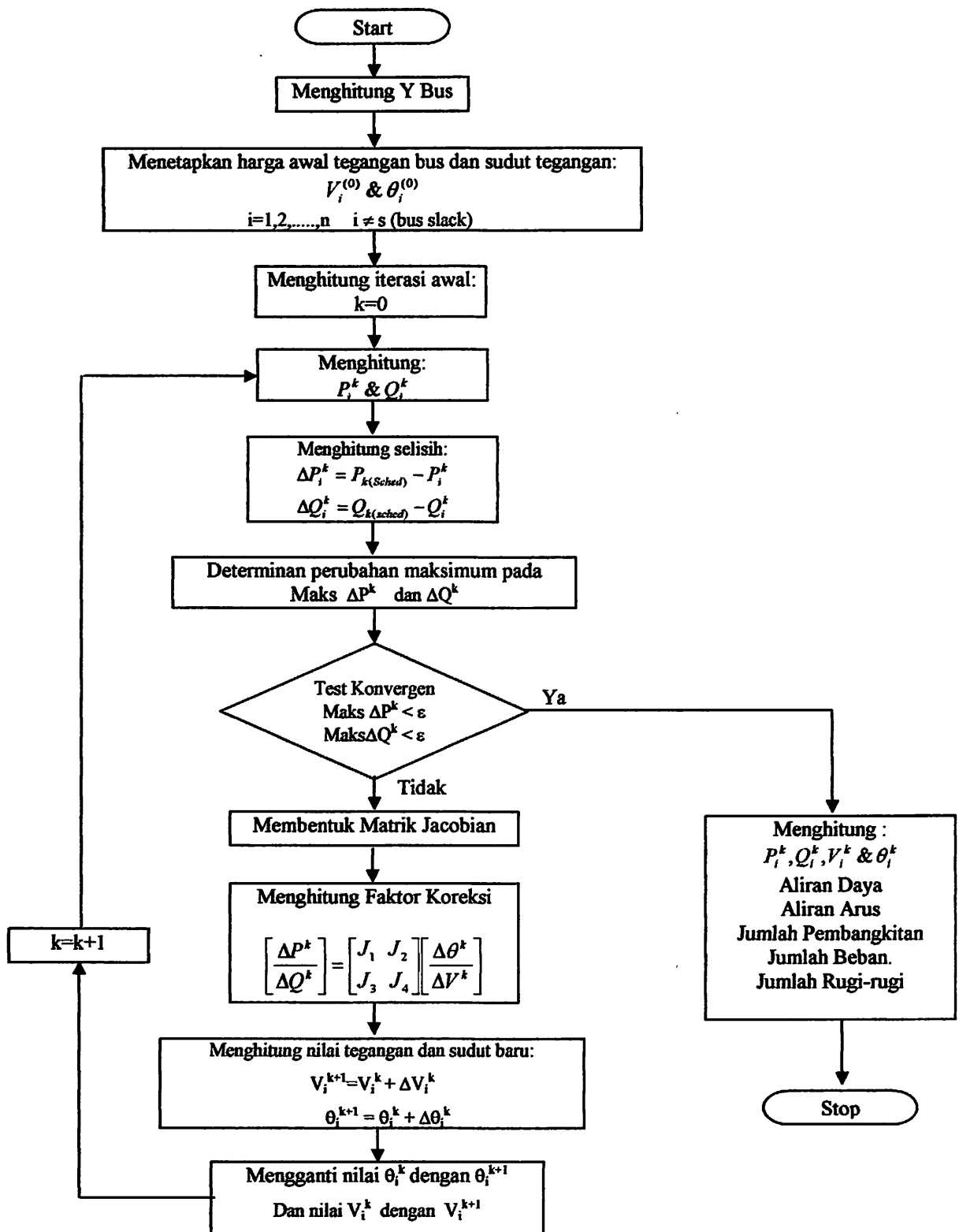
Gambar 4-2
Flowchart Electric Omicron

4.1.4. Flowchart Fungsi Objektif



Gambar 4-3
Flowchart fungsi objektif

4.1.5. Flowchart Aliran Daya Newton Raphson

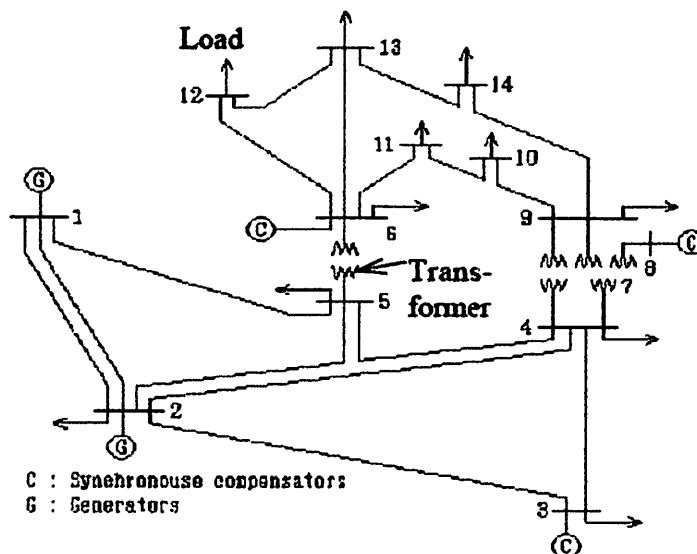


Gambar 4-4

Flow Chart Perhitungan Aliran Daya dengan Metode Newton

4.2. Validasi Program Menggunakan Data Sistem *IEEE 14-Bus*

Sebelum dilakukan uji validasi program untuk melihat kelayakan dari program tersebut terlebih dahulu dilakukan pemilihan parameter terhadap yang tepat untuk menghasilkan nilai solusi yang optimal. Pada *IEEE 14-bus system*, dimana *test systemnya* terdiri dari Bus Slack (Simpul 1), 4 Bus PV (Simpul 2, 3, 6 dan 8), Sepuluh Bus PQ, dan 20 cabang. Total pemasangan kapasitor adalah 4.9 p.u. dan meliputi 14 kapasitor *banks* pada simpul 1, empat kapasitor *banks* pada simpul 2, dua kapasitor *banks* pada simpul 6. Tegangan dasar pada Bus slack sekitar 1.06 p.u. seperti pada Gambar 4-1. Kemudian dilakukan perhitungan optimasi aliran daya untuk meminimalisasi rugi-rugi di saluran transmisi.



Gambar 4-5
IEEE 14 – Bus System
Sumber: *IEEE 14-bus system*

Tabel 4-1
Kondisi Pengoperasian Pada *IEEE 14 – Bus System*

Bus No	Vol [pu]	Node Specification	
		P [pu]	Q [pu]
1*1	1.06		
2*2	1.045	0.127	0.127
3*2	1.01	0.942	0.19
4		0.478	-0.39
5		0.076	0.016
6*2	1.07	0.112	0.075
7		0	0
8*2	1.09	0	0
9		0.295	0.166
10		0.09	0.058
11		0.035	0.018
12		0.061	0.016
13		0.138	0.058
14		0.149	0.056

4.2.1 Data Uji Validasi Pembangkitan dan Pembebanan *IEEE 14 – Bus System*

Tabel 4-2
Data Pembangkitan dan Pembebanan Sistem Interkoneksi 150 kV
IEEE 14 – Bus System

NO	Bus	Jenis	Pembangkitan			Pembebanan	
			P (MW)	Q (Mvar)		P (MW)	Q (Mvar)
				Qmin	Q max		
1	1	Swing	0	0	0	0	0
2	2	Generator	40	-40	50	12.7	12.7
3	3	Generator	0	0	40	94.2	19
4	4	Beban	0	0	0	47.8	-3.9
5	5	Beban	0	0	0	7.6	1.6

6	6	Generator	0	-6	24	11.2	7.5
7	7	Beban	0	0	0	0	0
8	8	Generator	0	-6	24	0	0
9	9	Beban	0	0	0	29.5	16.6
10	10	Beban	0	0	0	9	5.8
11	11	Beban	0	0	0	3.5	1.8
12	12	Beban	0	0	0	6.1	1.6
13	13	Beban	0	0	0	13.8	5.8
14	14	Beban	0	0	0	14.9	5

4.2.2 Data Saluran Transmisi Uji Validasi *IEEE 14 – Bus System*

Tabel 4-3
Data Saluran Transmisi 150 kV *IEEE 14 – Bus System*

No	Saluran	R (pu)	X (pu)	Lc (pu)
1	1 – 2	0.01738	0.08957	0.0264
2	2 – 3	0.04899	0.10998	0.0219
3	2 – 4	0.05898	0.19892	0.0187
4	1 – 5	0.05403	0.28404	0.0246
5	2 – 5	0.05695	0.17998	0.0170
6	3 – 4	0.06705	0.17603	0.0173
7	4 – 5	0.01335	0.07821	0.0064
8	5 – 6	0.00000	0.27602	0.0000
9	4 – 7	0.00000	0.20912	0.0000
10	7 – 8	0.00000	0.17715	0.0000
11	4 – 9	0.00000	0.55818	0.0000
12	7 – 9	0.00000	0.11001	0.0000
13	9 – 10	0.03181	0.08890	0.0000
14	6 – 11	0.09498	0.19890	0.0000
15	6 – 12	0.12291	0.25581	0.0000
16	6 – 13	0.08815	0.13027	0.0000
17	9 – 14	0.12711	0.27038	0.0000
18	10 – 11	0.08205	0.19207	0.0000
19	12 – 13	0.22092	0.19998	0.0000
20	13 – 14	0.17093	0.34802	0.0000

4.2.3. Hasil Perhitungan Data Validasi *IEEE 14 Bus*

Perbandingan dari data dari referensi dengan hasil perhitungan menggunakan program delphi dengan metode Electric Omicron diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 4-4

Perbandingan data validasi dari referensi dengan perhitungan Electric Omicron

Uraian	Jumlah Pembangkitan (MVA)	Rugi-rugi daya (MVA)
Hasil referensi	285.450	14.298
Electric Omicron	285.181	14.029
Selisih	0.269	0.269

4.2.4. Analisa Hasil Perhitungan

Untuk proses validasi didapatkan selisih total rugi-rugi daya aktif yang berdasarkan hasil program dan hasil referensi, sehingga dapat dihitung persentase error sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Persentasi Error} &= \frac{\text{Hasil Re ferensi} - \text{Hasil Pr ogram}}{\text{Hasil Re ferensi}} \times 100\% \\ &= \frac{14.298 - 14.029}{14.298} \times 100\% \\ &= 0,018\% \end{aligned}$$

Dengan tingkat *presentasi error*-nya sebesar 0,018 %.

Dari hasil pengujian disini dapat dilihat bahwa program tersebut layak untuk digunakan, karena hasil perhitungan program tersebut mendekati hasil yang ada pada jurnal referensi. Pada tampilan program diatas dapat dilihat bahwa hasil

perhitungan tidak menyimpang dari batasan variabel terkendala diatas, yang tercantum pada data hasil program dan data referensi didalam Tabel 4.4. Sehingga program ini dikatakan valid untuk digunakan.

4.3. Data Sistem Jaringan 150 KV Area 4 Jawa Timur- Bali

4.3.1. Data Penomoran Bus Jaringan 150 KV Area 4 Jawa Timur- Bali

Data pembebanan untuk region IV Jawa Timur – Bali terdiri dari 90 bus. Adapun nama dan penomoran bus sesuai dengan tabel dibawah ini:

Tabel 4-5
Penomoran Bus

No Bus	Nama Bus
1	GRESIK BARU
2	PAITON
3	GONDANG WETAN
4	REJOSO
5	SITUBONDO
6	BANYUWANGI
7	KRAKSAAN
8	PROBOLINGGO
9	GENDING
10	LUMAJANG
11	BONDOWOSO
12	TANGGUL
13	JEMBER
14	GENTENG
15	PIER
16	BANGIL
17	BUMICOKRO
18	BULUKANDANG
19	LAWANG
20	KEBONAGUNG
21	SUTAMI
22	SENGKALING
23	PAKIS
24	WLINGI

25	JAYA KERTAS
26	SURABAYA BARAT
27	ALTA PRIMA
28	DRIYOREJO
29	BABADAN
30	KASIH JATIM
31	CERME
32	MANYAR
33	GRESIK LAMA
34	BANGKALAN
35	SAMPANG
36	PAMEKASAN
37	SUMENEP
38	GRATI
39	TANDES
40	PERAK
41	DARMO GRANDE
42	SAWAHAN
43	UNDAAN
44	KUPANG
45	WARU
46	KARANGPILANG
47	RUNGKUT
48	SUKOLILO
49	KENJERAN
50	UJUNG
51	NGAGEL
52	SIMPANG
53	WONOKROMO
54	KREMBANGAN
55	GILITIMUR
56	BUDURAN
57	SEGOROMADU
58	PETROKIMIA
59	LAMONGAN
60	BABAT
61	BOJONEGORO
62	TUBAN
63	KEREK
64	MLIWANG
65	BALONGBENDO
66	SEKAR PUTIH
67	NGORO
68	KERTOSONO

69	BANARAN
70	MOJOAGUNG
71	SEMEN TUBAN
72	ISPAT INDO
73	SURYA ZIGZAG
74	MANISREJO
75	NGAWI
76	GILIMANUK
77	PEMARON
78	BATURITI
79	PAYANGAN
80	KAPAL
81	ANTOSARI
82	NEGARA
83	PADANG SAMBIAN
84	PESANGGARAN
85	NUSADUA
86	SANUR
87	GIANYAR
88	AMLAPURA
89	PLTD PESANGGARAN
90	PLTG PESANGGARAN

Sumber : PT.PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur Bali

4.3.2. Data Pembangkitan dan Pembebanan Jaringan 150 KV Area 4 Jawa Timur- Bali

Sebelum memasukkan nilai data pada table 4.6, nilai-nilai tegangan pada data diubah satuannya menjadi satuan perunit. Berikut perhitungan konversi satuan dari KV menjadi pu:

- Pada Bus 1: $V_{(pu)} = \frac{V_{daridata}(KV)}{V_{dasar}(KV)} = \frac{153,2}{150} = 1,021 pu$

Tabel 4-6
Data pembangkitan dan Pembebanan 150 KV Region IV Jawa Timur-Bali
Tanggal 21 Juni 2006 Pukul 19.00 WIB

No Bus	Tegangan (pu)	Pgen (MW)	Qgen (MVAR)	Pload (MW)	Qload (MVAR)	Tipe Bus
1	1.0400	0.000	0.000	0.000	0.000	1
2	1.0300	563.100	0.000	17.800	8.800	2
3	1.0000	0.000	0.000	27.000	12.100	3
4	1.0000	0.000	0.000	25.400	14.800	3
5	1.0000	0.000	0.000	25.300	4.300	3
6	0.9200	0.000	0.000	30.500	11.400	3
7	1.0300	0.000	0.000	6.200	2.100	3
8	1.0000	0.000	0.000	38.600	16.300	3
9	1.0000	0.000	0.000	17.500	8.700	3
10	1.0000	0.000	0.000	41.400	15.600	3
11	0.9600	0.000	0.000	19.000	4.700	3
12	1.0300	0.000	0.000	28.000	9.300	3
13	1.0000	0.000	0.000	63.500	26.800	3
14	0.9100	0.000	0.000	22.500	8.700	3
15	1.0000	0.000	0.000	14.000	4.700	3
16	1.0000	0.000	0.000	18.300	7.400	3
17	1.0000	0.000	0.000	22.600	5.500	3
18	1.0900	0.000	0.000	24.200	8.200	3
19	1.0000	0.000	0.000	25.600	10.900	3
20	0.9100	90.000	0.000	42.900	1.600	3
21	1.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	2
22	1.0000	0.000	0.000	24.800	12.700	3
23	0.9300	25.000	0.000	35.000	16.000	3
24	1.0000	0.000	0.000	23.800	10.500	2
25	1.0000	0.000	0.000	18.700	15.000	2
26	1.0000	0.000	0.000	-573.400	-345.000	3
27	0.9700	0.000	0.000	7.000	4.000	3
28	1.0000	0.000	0.000	35.900	10.900	3
29	1.0000	0.000	0.000	35.800	15.600	3
30	1.0000	0.000	0.000	16.400	10.000	3

31	1.0000	0.000	0.000	12.000	6.000	3
32	1.0000	0.000	0.000	37.000	27.500	3
33	1.0200	410.300	0.000	0.000	0.000	2
34	1.0000	0.000	0.000	26.600	9.700	3
35	1.0000	0.000	0.000	20.500	8.000	3
36	1.0000	0.000	0.000	28.200	10.900	3
37	1.0000	0.000	0.000	31.900	11.000	3
38	1.0200	200.400	0.000	11.600	3.200	2
39	1.0000	0.000	0.000	57.900	22.100	3
40	1.0100	59.200	0.000	0.000	0.000	2
41	1.0000	0.000	0.000	38.300	25.000	3
42	1.0000	0.000	0.000	33.500	18.700	3
43	1.0000	0.000	0.000	12.700	6.400	3
44	1.0000	0.000	0.000	21.200	10.600	3
45	1.0000	0.000	0.000	87.000	44.000	3
46	1.0000	0.000	0.000	28.900	11.700	3
47	1.0000	0.000	0.000	100.300	32.100	3
48	1.0000	0.000	0.000	67.100	32.700	3
49	1.0000	0.000	0.000	48.300	24.100	3
50	1.0500	0.000	0.000	22.500	13.700	3
51	1.0000	0.000	0.000	14.400	7.400	3
52	1.0000	0.000	0.000	32.000	15.600	3
53	1.0000	0.000	0.000	32.800	14.800	3
54	1.0000	0.000	0.000	36.900	19.100	3
55	1.0000	0.000	0.000	6.200	2.700	3
56	1.0000	0.000	0.000	73.700	42.500	3
57	1.0000	0.000	0.000	17.200	7.800	3
58	1.0000	0.000	0.000	31.700	17.500	3
59	1.0000	0.000	0.000	27.500	20.600	3
60	1.0000	0.000	0.000	28.600	14.300	3
61	1.0000	0.000	0.000	39.000	14.300	3
62	1.0000	0.000	0.000	31.200	19.100	3
63	1.0000	0.000	0.000	41.600	-39.700	3
64	1.0000	0.000	0.000	11.300	7.000	3
65	1.0000	0.000	0.000	46.800	6.500	3

66	1.0000	0.000	0.000	50.700	23.800	3
67	1.0000	0.000	0.000	13.600	7.400	3
68	1.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
69	1.0000	0.000	0.000	39.800	23.400	3
70	1.0000	0.000	0.000	30.400	15.600	3
71	1.0000	0.000	0.000	11.300	7.000	3
72	1.0000	0.000	0.000	16.000	2.700	3
73	1.00000	0.000	0.000	20.700	12.000	3
74	1.00000	0.000	0.000	24.600	9.300	3
75	1.00000	0.000	0.000	37.800	22.200	3
76	0.99066	173.900	0.000	5.400	2.700	2
77	1.00000	0.000	0.000	24.000	7.200	3
78	1.00000	0.000	0.000	4.200	0.800	3
79	1.00000	0.000	0.000	11.700	2.700	3
80	1.00000	0.000	0.000	54.900	17.400	3
81	1.00000	0.000	0.000	6.600	3.200	3
82	1.00000	0.000	0.000	11.600	4.700	3
83	1.00000	0.000	0.000	28.100	10.100	3
84	1.00000	0.000	0.000	7.900	3.700	3
85	1.00000	0.000	0.000	45.900	15.400	3
86	1.00000	0.000	0.000	55.200	14.100	3
87	1.00000	0.000	0.000	33.800	5.600	3
88	1.00000	0.000	0.000	12.100	5.800	3
89	0.94900	29.400	0.000	0.000	0.000	2
90	0.94900	74.100	0.000	0.000	0.000	2

Sumber : PT.PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur Bali

Keterangan : 1. Bus Slack

2. Bus Generator

3. Bus Beban

4.3.3. Data Saluran Jaringan 150 KV Area 4 Jawa Timur- Bali

Untuk data saluran, jika sirkuit berjumlah 2, maka R, X dan B dari 2 sirkuit tersebut diparalel. Berikut adalah perhitungannya:

$$\text{* saluran 2 (hubungan bus 1-45): } R_{\text{paralel}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0,0064 \cdot 0,0064}{0,0064 + 0,0064} = 0,0032$$

untuk X dan B serta R berikutnya yang jumlah sirkuitnya 2 dilakukan hal yang sama, hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7
Data Saluran Transmisi
Sub-Sistem 150 kV Region Jawa Timur-Bali

No	Hubungan	Jumlah Sirkuit	R(pu)	X(pu)	B(pu)
1	1-27	1	0.0013	0.0062	0.0025
2	1-45	2	0.0032	0.01545	0.0226
3	1-55	2	0.0008	0.0024	0.0017
4	1-57	2	0.0010	0.0035	0.0025
5	2-5	2	0.0477	0.0346	0.0502
6	2-7	2	0.0053	0.0180	0.0130
7	3-4	2	0.0028	0.0094	0.0067
8	3-8	2	0.0088	0.0301	0.0217
9	3-15	2	0.0099	0.0072	0.0104
10	3-16	2	0.0044	0.0150	0.0108
11	3-38	2	0.0093	0.0067	0.0097
12	5-6	2	0.0097	0.0464	0.0680
13	5-11	2	0.0091	0.0310	0.0233
14	6-13	2	0.0430	0.1469	0.0265
15	6-14	1	0.0177	0.0604	0.0109
16	7-8	2	0.0079	0.0269	0.0194
17	7-9	1	0.0100	0.0340	0.0062
18	8-10	2	0.0135	0.0460	0.0332
19	10-12	1	0.0167	0.0571	0.0103
20	10-13	1	0.0315	0.1077	0.0195
21	11-13	2	0.0104	0.0353	0.0255
22	12-13	1	0.0148	0.0506	0.0092
23	13-14	1	0.0337	0.1151	0.0208
24	15-16	2	0.0045	0.0032	0.0047
25	15-23	2	0.0048	0.0343	0.0495
26	16-17	2	0.0054	0.0039	0.0056
27	16-18	1	0.0145	0.0494	0.0089
28	16-19	1	0.0181	0.0617	0.0112
29	16-45	1	0.0051	0.0174	0.0032
30	16-56	1	0.0051	0.0174	0.0032
31	18-19	1	0.0091	0.0309	0.0056
32	19-20	2	0.0067	0.0230	0.0166
33	20-21	2	0.0073	0.0249	0.0179
34	20-22	2	0.0046	0.0133	0.0098
35	20-23	2	0.0011	0.0081	0.0117
36	21-24	1	0.0224	0.0428	0.0074

37	25-68	1	0.0048	0.0144	0.0198
38	25-69	1	0.0083	0.0274	0.0053
39	26-27	2	0.0024	0.0113	0.0165
40	26-28	1	0.0028	0.0094	0.0017
41	26-29	2	0.0054	0.0185	0.0034
42	26-30	1	0.0620	0.0095	0.0035
43	26-31	2	0.0053	0.0527	0.0094
44	26-39	2	0.0039	0.0132	0.0095
45	26-42	2	0.0012	0.0101	0.0147
46	26-46	2	0.0009	0.0043	0.0063
47	26-65	1	0.0031	0.0149	0.0055
48	26-66	1	0.0063	0.0301	0.0110
49	27-57	1	0.0003	0.0013	0.0045
50	31-32	2	0.0010	0.0048	0.0070
51	33-39	2	0.0020	0.0079	0.0136
52	34-35	2	0.0290	0.0841	0.0155
53	34-55	2	0.0050	0.0144	0.0106
54	35-36	2	0.0161	0.0466	0.0086
55	35-37	1	0.0157	0.0454	0.0084
56	36-37	1	0.0279	0.0807	0.0149
57	39-40	2	0.0023	0.0079	0.0057
58	39-41	2	0.0012	0.0041	0.0029
59	39-42	2	0.0004	0.0020	0.0029
60	41-45	2	0.0028	0.0095	0.0069
61	42-43	2	0.0003	0.0009	0.0991
62	42-44	2	0.0008	0.0012	0.0665
63	42-45	2	0.0014	0.0067	0.0098
64	42-54	2	0.0060	0.0051	0.0036
65	45-46	2	0.0014	0.0067	0.0098
66	45-47	2	0.0006	0.0030	0.0044
67	45-72	2	0.0003	0.0011	0.0008
68	47-48	2	0.0003	0.0011	0.0008
69	48-49	2	0.0012	0.0004	0.0008
70	48-51	2	0.0004	0.0007	0.0759
71	48-53	2	0.0004	0.0013	0.1380
72	49-50	2	0.0025	0.0073	0.0053
73	51-52	2	0.0005	0.0009	0.0983
74	57-58	2	0.0021	0.0071	0.0051
75	57-59	2	0.0086	0.0248	0.0183
76	59-60	2	0.0064	0.0185	0.0136
77	60-61	2	0.0108	0.0311	0.0229
78	60-62	2	0.0042	0.0200	0.0293
79	62-63	2	0.0037	0.0125	0.0090
80	63-64	2	0.0024	0.008	0.0058

81	63-71	2	0.0006	0.0018	0.0013
82	65-66	1	0.0017	0.0083	0.0031
83	66-67	2	0.0066	0.0191	0.0141
84	66-70	2	0.0055	0.0187	0.0135
85	68-69	1	0.0083	0.0274	0.0053
86	69-70	2	0.0054	0.0182	0.0132
87	69-71	2	0,0054	0,0182	0,0122
88	69-74	1	0,0064	0,0218	0,0037
89	69-75	1	0,0247	0,0842	0,0152
90	73-74	1	0,0124	0,0425	0,0077
91	74-75	1	0,0270	0,0921	0,0166
92	76-77	1	0,0231	0,0690	0,0238
93	76-82	2	0,0116	0,0336	0,0248
94	77-78	2	0,0092	0,0175	0,0120
95	78-79	1	0,0171	0,0494	0,0091
96	78-80	1	0,0232	0,0673	0,0124
97	79-80	1	0,0132	0,0383	0,0071
98	80-81	2	0,0071	0,0206	0,0152
99	80-83	1	0,0056	0,0161	0,0030
100	80-85	1	0,0199	0,0379	0,0065
101	80-87	2	0,0059	0,0169	0,0126
102	81-82	2	0,0135	0,0392	0,0288
103	83-84	1	0,0046	0,0134	0,0025
104	84-85	1	0,0127	0,0243	0,0042
105	84-86	2	0,0028	0,0069	0,0048
106	86-87	2	0,0061	0,0147	0,0104
107	87-88	2	0,0103	0,0273	0,0220
108	89-84	2	0.00060	0.00080	0.00010
109	90-84	2	0.00060	0.00080	0.00010

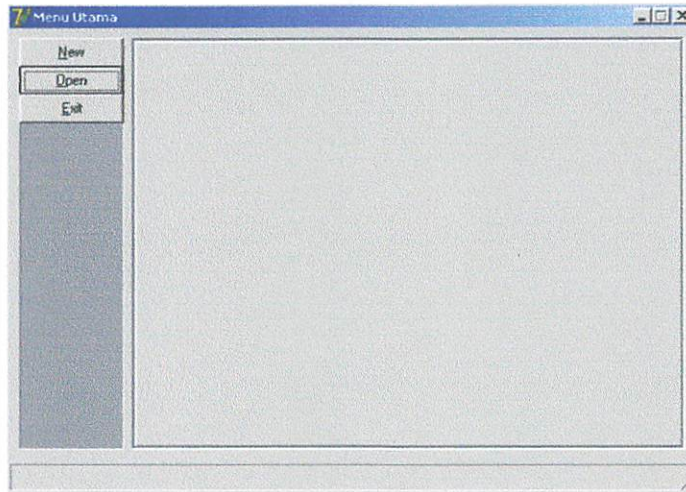
Sumber : PT.PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur Bali

4.4. Hasil Perhitungan Pembangkitan, Profil Tegangan dan Rugi-rugi Sebelum Kompensasi

4.4.1. Tampilan Program Sebelum Kompensasi

Semua perhitungan dilakukan dengan menggunakan program komputer Delphi 7.0 untuk mempermudah dan mempercepat proses pencarian hasil sehingga nantinya untuk menghemat biaya. Tampilan utama dari program komputer ini dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini :

1. Tampilan Utama dari Program

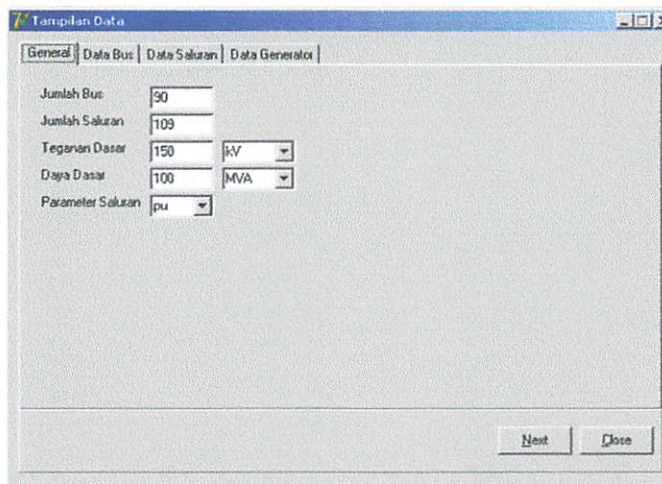


Gambar 4.6
Tampilan Program Utama

Kemudian setelah itu tekan file, open untuk membuka file yang sudah tersimpan.

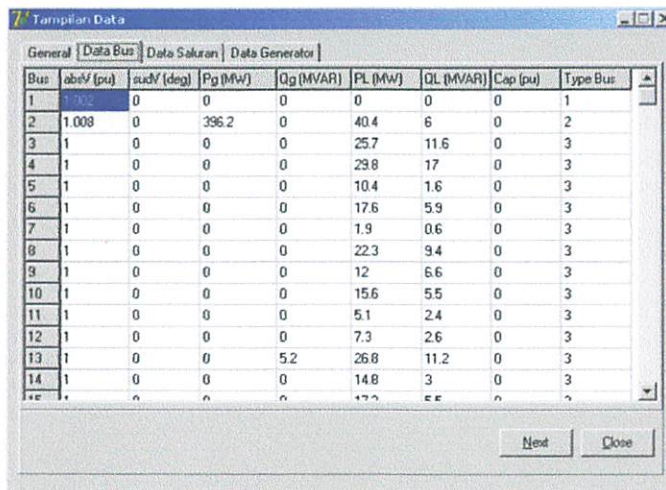
2. Tekan tombol Buka Data untuk membuka data yang sudah tersimpan

Program ini menyimpan data dari saluran transmisi 150 kv region 4 Jawa Timur-Bali tanggal 21 Juni jam 19.00 WIB dapat dilihat dalam gambar di bawah ini:



Gambar 4-7
Tampilan Data General

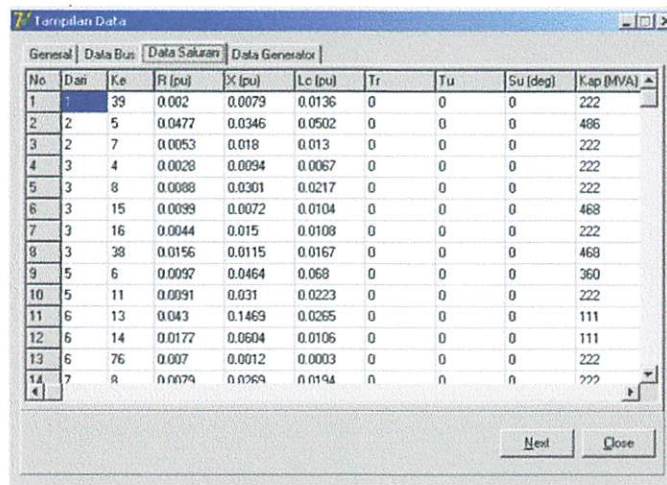
3. Tekan tombol data bus



Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Cap (pu)	Type Bus
1	1.002	0	0	0	0	0	0	1
2	1.008	0	396.2	0	40.4	6	0	2
3	1	0	0	0	25.7	11.6	0	3
4	1	0	0	0	29.8	17	0	3
5	1	0	0	0	10.4	1.6	0	3
6	1	0	0	0	17.6	5.9	0	3
7	1	0	0	0	1.9	0.6	0	3
8	1	0	0	0	22.3	9.4	0	3
9	1	0	0	0	12	6.6	0	3
10	1	0	0	0	15.6	5.5	0	3
11	1	0	0	0	5.1	2.4	0	3
12	1	0	0	0	7.3	2.6	0	3
13	1	0	0	5.2	26.8	11.2	0	3
14	1	0	0	0	14.8	3	0	3

Gambar 4-8
Tampilan Data Bus

4. Tekan tombol data saluran



No	Das	Ke	R (pu)	X (pu)	Lc (pu)	Tr	Tu	Su (deg)	Kap (MVA)
1	1	39	0.002	0.0079	0.0136	0	0	0	222
2	2	5	0.0477	0.0346	0.0502	0	0	0	486
3	2	7	0.0053	0.018	0.013	0	0	0	222
4	3	4	0.0028	0.0094	0.0067	0	0	0	222
5	3	8	0.0088	0.0301	0.0217	0	0	0	222
6	3	15	0.0039	0.0072	0.0104	0	0	0	488
7	3	16	0.0044	0.015	0.0108	0	0	0	222
8	3	38	0.0156	0.0115	0.0167	0	0	0	468
9	5	6	0.0097	0.0464	0.068	0	0	0	360
10	5	11	0.0091	0.031	0.0223	0	0	0	222
11	6	13	0.043	0.1469	0.0265	0	0	0	111
12	6	14	0.0172	0.0604	0.0106	0	0	0	111
13	6	76	0.007	0.0012	0.0003	0	0	0	222
14	7	8	0.0079	0.0269	0.0194	0	0	0	222

Gambar 4-9
Tampilan Data Saluran

5. Tekan tombol data generator

Tampilan Data

General | Data Bus | Data Saluran | **Data Generator**

No	Bus	Gen (MW)	Gen (MVA)	SZ	SI	SD	Fat Cost	Var Cost	Pror
1		-600.00	600.00	6.18000	1.00615000	369144.168	0.73	5.10	150
2		-600.00	600.00	1.40690	1599.00000	87435.0000	1.03	7.20	150
3	21	-300.00	200.00	14.29320	1670.00000	88960.0000	1.03	7.20	35.0
4	24	-80.00	60.00	113.90000	5297.00000	139560.000	1.03	7.20	15.0
5	26	-500.00	500.00	113.90000	5297.00000	139560.000	1.03	7.20	150
6	33	-500.00	500.00	113.90000	5297.00000	139560.000	1.03	7.20	150
7	38	-200.00	200.00	113.90000	5297.00000	139560.000	1.03	7.20	100
8	40	-85.00	85.00	113.90000	5297.00000	139560.000	1.03	7.20	25.0

Next Done

Gambar 4-10
Tampilan Data Generator

6. Tekan *next* kemudian tekan tombol hitung *load flow* awal untuk melihat hasil perhitungan *load flow* dan aliran daya pada kondisi awal

Hasil Loadflow

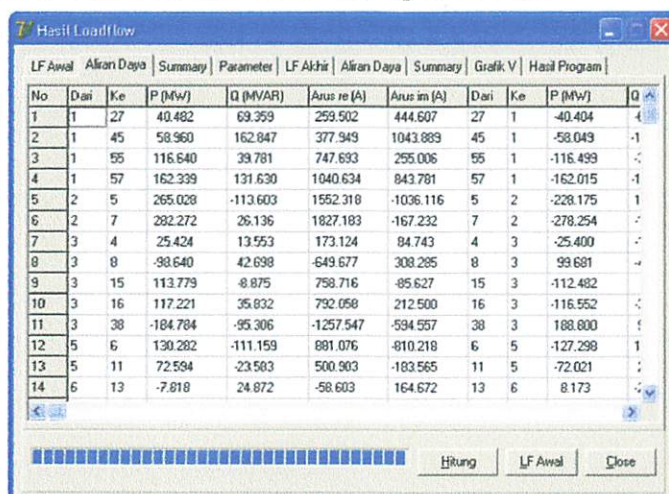
LF Awal | **Adapun Daya** | Summary | Parameter | LF Akhir | **Adapun Daya** | Summary | Grafik V | Hasil Program

Bus	adep (pu)	isudr (degi)	Pg (MW)	Qg (MVA)	Pt (MW)	Ql (MVA)	Super (pu)	Type Bus
1	1.04633	0.00000	378.421	403.616	0.000	0.000	0.000	1
2	1.03000	10.51944	565.100	-79.667	17.800	8.800	0.000	2
3	0.96646	1.97696	0.000	0.000	27.000	12.100	0.000	3
4	0.99441	1.86379	0.000	0.000	25.400	14.800	0.000	3
5	0.95384	2.12562	0.000	0.000	25.300	4.300	0.000	3
6	0.99442	-2.14095	0.000	0.000	40.500	14.400	0.000	3
7	1.01180	7.89732	0.000	0.000	6.200	2.100	0.000	3
8	0.99220	3.92868	0.000	0.000	38.600	16.300	0.000	3
9	1.00733	7.51611	0.000	0.000	17.500	8.700	0.000	3
10	0.96771	1.05781	0.000	0.000	41.400	15.600	0.000	3
11	0.95424	0.58969	0.000	0.000	19.000	4.700	0.000	3
12	0.96714	-0.32011	0.000	0.000	28.000	9.300	0.000	3
13	0.96747	-0.79333	0.000	0.000	63.500	26.800	0.000	3
14	0.97315	-2.57174	0.000	0.000	40.500	11.700	0.000	3
15	0.96517	1.46582	0.000	0.000	14.000	4.700	0.000	3

Hitung LF Awal Done

Gambar 4-11
Tampilan Hasil Load Flow Kondisi Awal

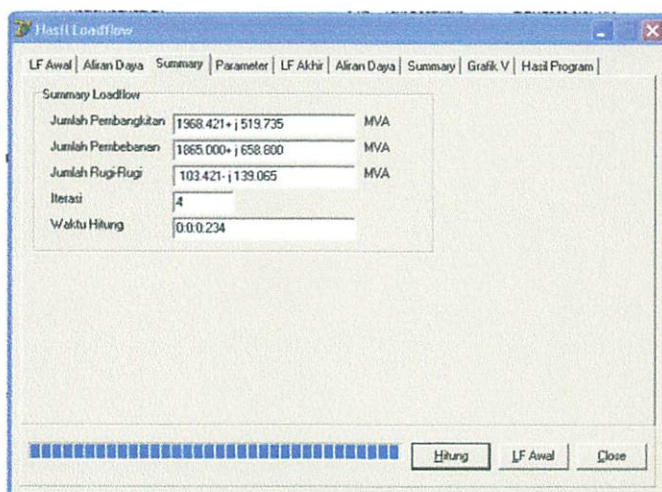
7. Kemudian tekan tombol aliran daya pada kondisi awal



No	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)	Arus re (A)	Arus im (A)	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)
1	1	27	40.482	69.359	259.502	444.607	27	1	-40.404	-116.499
2	1	45	58.960	162.847	377.949	1043.889	45	1	-58.043	-116.499
3	1	55	116.640	39.781	747.693	255.006	55	1	-116.499	-116.499
4	1	57	162.339	131.630	1040.634	843.781	57	1	-162.015	-116.499
5	2	5	265.028	-113.603	1552.318	-1036.116	5	2	-228.175	-116.499
6	2	7	282.272	26.136	1827.183	-167.232	7	2	-278.254	-116.499
7	3	4	25.424	13.553	173.124	84.743	4	3	-25.400	-116.499
8	3	8	-98.640	42.698	-649.677	308.285	8	3	99.681	-116.499
9	3	15	113.779	-8.875	758.716	-85.627	15	3	-112.482	-116.499
10	3	16	117.221	35.832	792.058	212.500	16	3	-116.552	-116.499
11	3	38	-184.784	-95.306	-1257.547	-594.557	38	3	188.800	-116.499
12	5	6	130.282	-111.159	881.076	-810.218	6	5	-127.298	-116.499
13	5	11	72.594	-23.583	500.903	-183.565	11	5	-72.021	-116.499
14	6	13	-7.818	24.872	-58.603	164.672	13	6	8.173	-116.499

Gambar 4-12
Tampilan Hasil Aliran Daya Kondisi Awal

8. Kemudian tekan tombol *summary* pada kondisi awal



Summary Loadflow	
Jumlah Pembangkitan	1368.421 + j 519.735 MVA
Jumlah Pembebanan	1865.000 + j 658.600 MVA
Jumlah Rugi-Rugi	103.421 - j 139.065 MVA
Iterasi	4
Waktu Hitung	0:0:0.234

Gambar 4-13
Tampilan Hasil *Summary* Kondisi Awal

9. Untuk menghitung *load flow* dan aliran daya pilih tombol parameter kemudian tekan tombol *Use Default* dilanjutkan dengan menekan tombol Hitung

The screenshot shows a software window titled "Hasil Loadflow" with a menu bar: LF Awal | Aliran Daya | Summary | Parameter | LF Akhir | Aliran Daya | Summary | Grafik V | Hasil Program |. The "Parameter" menu is active, displaying two sections:

- Parameter Electric Omission:**
 - Jumlah Iterasi: 100
 - Jumlah Ant: 50
 - Length: 90
 - Jumlah City: 10
 - Konstanta p: 0.75
 - Update Phenomene: upGlobal
- Parameter Objective Function:**
 - Jumlah Kapasitor Terpasang: 4
 - Jumlah Kompensasi: 250 MVAR
 - Jumlah Kapasitor Bank: 10
 - Satuan Kapasitor Bank: 10 MVAR
 - Harga Kapasitor: 5314.8 \$/MVAR
 - Instalasi Cost Kapasitor: 1771.59 US \$
 - Konstanta Ka: 10000
 - Tegangan Referensi: 1.00
 - Landa Tegangan: 1000000
 - Batas Tegangan: 0.95 | 1.05

At the bottom, there is a "Use Default" button, a progress bar, and buttons for "Hitung", "LF Awal", and "Close".

Gambar 4-14
Tampilan Hasil *Parameter EO*
Dalam Menentukan Rugi-Rugi Saluran

4.4.2. Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Pada Saluran 150 KV Sebelum Kompensasi

Tabel 4-8
 Hasil Perhitungan Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan
 Sebelum Kompensasi Pada Saluran Transmisi 150 kV
 Menggunakan Metode *Newton Raphson*

No	Bus	Tegangan (p.u)	Sudut	Pembangkitan		Pembebanan	
				P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
1	1	1.04000	0.00000	378.421	403.616	0.000	0.000
2	2	1.03000	10.51944	565.100	-78.667	17.800	8.800
3	3	0.99646	1.97896	0.000	0.000	27.000	12.100
4	4	0.99441	1.86379	0.000	0.000	25.400	14.800

5	5	0.95384	2.12962	0.000	0.000	25.300	4.300
6	6	0.99442	-2.14095	0.000	0.000	40.500	14.400
7	7	1.01180	4.80522	0.000	0.000	6.200	2.100
8	8	0.99220	3.92868	0.000	0.000	38.600	16.300
9	9	1.00733	7.51611	0.000	0.000	17.500	8.700
10	10	0.96771	1.05781	0.000	0.000	41.400	15.600
11	11	0.95424	0.58988	0.000	0.000	19.000	4.700
12	12	0.95774	-0.32011	0.000	0.000	28.000	9.300
13	13	0.95747	0.73833	0.000	0.000	63.500	26.800
14	14	0.97315	-2.57174	0.000	0.000	40.500	11.700
15	15	0.98577	1.45582	0.000	0.000	14.000	4.700
16	16	0.98586	1.04811	0.000	0.000	18.300	7.400
17	17	0.98442	1.01187	0.000	0.000	22.600	5.500
18	18	0.97002	0.60471	0.000	0.000	24.200	8.200
19	19	0.96458	0.74152	0.000	50.000	25.600	10.900
20	20	0.94436	1.27339	0.000	0.000	42.900	1.600
21	21	0.91000	3.50784	90.000	-194.236	0.000	0.000
22	22	0.94147	1.09590	0.000	0.000	24.800	12.700
23	23	0.95121	1.17187	0.000	0.000	35.000	16.000
24	24	0.93000	2.89134	25.000	52.199	23.800	10.500
25	25	1.00000	-4.17890	0.000	74.024	18.700	15.000
26	26	1.02384	0.37132	0.000	0.000	-573.400	-345.000
27	27	1.03534	-0.08539	0.000	0.000	7.000	4.000
28	28	1.02186	0.20296	0.000	0.000	35.900	10.900
29	29	1.01916	0.05286	0.000	0.000	35.800	15.600
30	30	1.01289	0.61549	0.000	0.000	16.400	10.000
31	31	1.00458	-0.97569	0.000	0.000	12.000	6.000
32	32	1.00293	-1.06145	0.000	0.000	37.000	27.500
33	33	1.02000	2.04700	410.300	-34.913	0.000	0.000
34	34	1.02700	-0.94669	0.000	0.000	26.600	9.700
35	35	0.98120	-4.43449	0.000	0.000	20.500	8.000
36	36	0.97217	-5.16185	0.000	0.000	28.200	10.900
37	37	0.97197	-5.20022	0.000	0.000	31.900	11.000
38	38	1.02000	2.18680	200.400	97.658	11.600	3.200
39	39	1.01507	0.67359	0.000	0.000	57.900	22.100
40	40	1.01000	1.04006	59.200	-82.341	0.000	0.000
41	41	1.01365	0.35886	0.000	0.000	38.300	25.000

42	42	1.01547	0.37831	0.000	0.000	33.500	18.700
43	43	1.01546	0.37132	0.000	0.000	12.700	6.400
44	44	1.01525	0.36584	0.000	0.000	21.200	10.600
45	45	1.01372	-0.20600	0.000	0.000	87.000	44.000
46	46	1.01499	0.20839	0.000	0.000	28.900	11.700
47	47	1.00954	-0.71411	0.000	0.000	100.300	32.100
48	48	1.00841	-0.84122	0.000	0.000	67.100	32.700
49	49	1.00743	-0.83236	0.000	0.000	48.300	24.100
50	50	1.00591	-0.90662	0.000	0.000	22.500	13.700
51	51	1.00826	-0.86058	0.000	0.000	14.400	7.400
52	52	1.00805	-0.87523	0.000	0.000	32.000	15.600
53	53	1.00827	-0.86507	0.000	0.000	32.800	14.800
54	54	1.01233	0.33606	0.000	0.000	36.900	19.100
55	55	1.03754	-0.19550	0.000	0.000	6.200	2.700
56	56	0.97441	0.41158	0.000	0.000	73.700	42.500
57	57	1.03571	-0.15115	0.000	0.000	17.200	7.800
58	58	1.03390	-0.25253	0.000	0.000	31.700	17.500
59	59	1.00579	-2.54650	0.000	0.000	27.500	20.600
60	60	0.98953	-4.18801	0.000	0.000	28.600	14.300
61	61	0.97718	-4.74601	0.000	0.000	39.000	14.300
62	62	0.98768	-5.33833	0.000	0.000	31.200	19.100
63	63	0.98870	-5.86986	0.000	0.000	41.600	-39.700
64	64	0.98798	-5.91383	0.000	0.000	11.300	7.000
65	65	1.01441	-0.97355	0.000	0.000	46.800	6.500
66	66	1.01065	-1.52107	0.000	0.000	50.700	23.800
67	67	1.00863	-1.64495	0.000	0.000	13.600	7.400
68	68	0.99216	-4.29935	0.000	0.000	0.000	0.000
69	69	0.99201	-4.29683	0.000	0.000	39.800	23.400
70	70	0.99932	-3.34012	0.000	0.000	30.400	15.600
71	71	0.98858	-5.87370	0.000	0.000	11.300	7.000
72	72	1.01364	-0.21538	0.000	0.000	16.000	2.700
73	73	0.97527	-5.37115	0.000	0.000	20.700	12.000
74	74	0.98284	-4.92880	0.000	0.000	24.600	9.300
75	75	0.97384	-5.44029	0.000	0.000	37.800	22.200
76	76	0.99066	-2.99732	173.900	180.441	5.400	2.700
77	77	0.96343	-7.30868	0.000	0.000	24.000	7.200
78	78	0.95675	-8.20230	0.000	0.000	4.200	0.800
79	79	0.95119	-9.31682	0.000	0.000	11.700	2.700

80	80	0.94922	-9.91364	0.000	0.000	54.900	17.400
81	81	0.95665	-8.46176	0.000	0.000	6.600	3.200
82	82	0.97317	-5.60040	0.000	0.000	11.600	4.700
83	83	0.94817	-10.29337	0.000	0.000	27.100	10.100
84	84	0.94978	-10.39161	0.000	0.000	7.900	3.700
85	85	0.94794	-10.70657	0.000	25.000	45.900	15.400
86	86	0.94859	-10.67714	0.000	25.000	55.200	14.100
87	87	0.94714	-10.53817	0.000	0.000	33.800	5.600
88	88	0.94462	-10.73984	0.000	0.000	12.100	5.800
89	89	0.95000	-10.39444	8.800	19.153	0.000	0.000
90	90	0.95000	-10.35595	57.300	-17.200	0.000	0.000

Tabel 4-9
 Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Kompensasi Saluran Transmisi 150kV
 Menggunakan Metode *Newton Raphson*

Saluran		Daya		Saluran		Daya	
Dari	Ke	P (MW)	Q (MVar)	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVar)
1	27	40.482	69.359	27	1	-40.404	-69.257
1	45	58.960	162.847	45	1	-58.049	-160.906
1	55	116.640	39.781	55	1	-116.499	-39.559
1	59	162.339	131.630	59	1	-162.015	-130.843
2	5	265.028	-113.603	5	2	-228.175	165.009
2	7	282.272	26.136	7	2	-278.254	-13.868
3	4	25.424	13.553	4	3	-25.400	-14.137
3	8	-98.640	42.698	8	3	99.681	-41.294
3	15	113.779	-8.875	15	3	-112.482	8.785
3	16	117.221	35.832	16	3	-116.552	-34.622
3	38	-184.784	-95.031	38	3	188.800	96.373
5	6	130.282	-111.159	6	5	-127.298	119.248
5	11	72.594	-23.583	11	5	-72.021	23.415
6	13	-7.818	24.872	13	6	8.173	-26.279
6	14	20.557	27.965	14	6	-20.331	-28.270
7	8	254.518	5.539	8	7	-249.515	9.511
7	9	17.537	7.561	9	7	-17.500	-8.071
8	10	111.234	19.531	10	8	-109.466	-16.775

10	12	40.634	4.515	12	10	-40.334	-4.455
10	13	27.432	-0.231	13	10	-27.178	-0.727
11	13	53.021	-25.994	13	11	-52.636	24.979
12	13	12.335	-3.900	13	12	-12.308	30.145
13	14	20.450	-20.519	14	13	-20.169	19.572
15	16	71.558	-103.249	16	15	-70.831	103.309
15	23	26.925	90.775	23	15	-26.437	-92.104
16	17	22.630	4.435	17	16	-22.600	-4.957
16	18	22.351	24.243	18	16	-22.182	-24.534
16	19	16.786	28.020	19	16	-16.576	-28.392
16	46	33.229	-174.484	46	16	-31.579	176.801
16	56	74.087	43.207	56	16	-73.700	-42.196
18	19	-2.018	17.172	19	18	2.049	-17.594
19	20	-11.073	86.649	20	19	11.642	-86.240
20	21	-88.025	157.132	21	20	90.722	-149.530
20	22	24.839	11.071	22	20	-24.800	-11.831
20	23	8.645	-82.081	23	20	-8.563	71.641
21	24	-0.722	-43.223	24	21	1.200	42.944
25	69	29.404	43.693	69	25	29.262	-45.248
25	70	-48.104	15.330	70	25	48.321	-16.734
26	27	50.421	-116.396	27	26	-50.061	116.358
26	28	35.938	10.671	28	26	-35.900	-10.722
26	29	35.879	15.160	29	26	-35.800	-15.247
26	30	16.619	9.308	30	26	-16.400	-9.641
26	31	49.198	32.020	31	26	-49.021	-31.240
26	39	-19.687	72.952	39	26	19.905	-73.211
26	42	8.705	82.290	42	26	-8.624	-83.146
26	46	108.094	187.437	46	26	-107.690	-186.167
26	65	170.109	30.717	65	26	-169.224	-27.041
26	66	118.125	20.482	66	26	-117.257	-17.850
27	57	83.466	-49.064	57	27	-83.440	48.695
31	32	37.021	26.189	32	31	-37.000	-26.796
33	39	410.300	-34.913	39	33	-407.042	46.366
34	35	83.066	27.864	35	34	-80.930	-23.303
34	55	-109.666	-37.564	55	34	110.299	38.269
35	36	29.133	8.282	36	35	-28.977	-8.659
35	37	31.297	8.514	37	35	-31.123	-8.820

36	37	0.777	-1.428	37	36	-0.777	0.021
39	40	-58.970	81.961	40	39	59.200	-81.760
39	41	136.566	-4.690	41	39	-136.349	5.135
39	42	251.641	-70.147	42	39	-251.376	71.172
41	45	98.049	-29.836	45	41	-97.764	30.095
42	43	12.701	-14.036	43	42	-12.700	3.819
42	44	21.204	-3.106	44	42	-21.200	-3.746
42	45	155.596	-6.213	45	42	-155.267	6.777
42	54	37.000	18.445	54	42	-36.900	-18.731
45	46	-110.204	3.131	46	45	110.369	-3.345
45	47	318.283	78.403	47	45	-317.655	-75.716
45	72	16.001	2.538	72	45	-16.000	-2.618
47	48	217.355	44.065	48	47	-217.210	-43.615
48	49	70.892	36.637	49	48	-70.817	-36.694
48	51	46.414	-12.392	51	48	-46.405	4.689
48	53	32.804	-13.249	53	48	-32.800	-0.771
49	50	22.517	12.675	50	49	-22.500	-13.064
51	52	32.005	-4.373	52	51	-32.000	-5.611
57	58	31.725	16.494	58	57	-31.700	-16.955
57	59	196.530	58.520	59	57	-193.140	-50.708
59	60	165.640	31.959	60	59	-163.834	-28.155
60	61	39.243	23.572	61	60	-39.000	-25.133
60	62	95.990	-12.926	62	60	-95.591	11.959
62	63	64.391	-28.201	63	62	-64.205	27.950
63	64	11.304	5.881	64	63	-11.300	-6.434
63	71	11.301	6.749	71	63	-11.300	-6.873
65	66	122.424	21.107	66	65	-122.169	-20.180
66	67	13.614	4.567	67	66	-13.600	-5.966
66	70	175.112	11.104	70	66	-173.452	-6.840
68	69	0.000	0.000	69	68	0.000	-0.522
69	70	-94.237	-12.391	70	69	94.731	12.757
69	74	56.772	24.984	74	69	-56.520	-24.491
69	75	26.928	12.247	75	69	-26.698	-12.961
73	74	-20.700	-12.000	74	73	20.711	11.516
74	75	11.148	4.777	75	74	-11.102	-6.233
6	76	74.059	-179.761	76	6	-71.196	173.367
76	77	106.453	5.030	77	76	-103.773	0.639

76	82	133.243	6.115	82	76	-131.136	-2.436
77	78	79.773	-5.630	78	77	-79.140	5.720
78	79	35.435	-1.983	79	78	-35.200	1.828
78	80	39.505	-3.439	80	78	-39.109	3.455
79	80	23.500	-3.705	80	79	-23.418	3.300
80	81	-109.943	30.706	81	80	110.898	-2.297
80	83	34.994	-6.176	83	80	-34.916	6.130
80	85	27.164	-11.425	85	80	-26.975	11.199
80	87	55.412	-8.504	87	80	-55.207	7.955
81	82	-117.498	0.479	82	81	119.536	2.803
83	84	6.816	-15.961	84	83	-6.804	13.748
84	85	18.977	-6.449	85	84	-18.925	2.759
84	86	46.000	-6.790	86	84	-45.930	2.686
86	87	-9.270	12.533	87	86	9.289	-13.426
87	88	12.119	1.934	88	87	-12.100	-3.846
89	84	8.800	19.153	84	89	-8.797	-19.158
90	84	57.300	-17.200	84	90	-57.276	17.223

Tabel 4-10
 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Saluran Sebelum Kompensasi
 Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Metode *Newton Raphson*

No	Saluran		Rugi-Rugi Saluran	
	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVar)
1	1	27	0.078	0.102
2	1	45	0.911	1.941
3	1	55	0.141	0.222
4	1	59	0.324	0.787
5	2	5	36.853	51.406
6	2	7	4.018	12.268
7	3	4	0.024	-0.584
8	3	8	1.041	1.404
9	3	15	1.297	-0.090
10	3	16	0.669	1.210
11	3	38	4.016	1.342

12	5	6	2.984	8.089
13	5	11	0.573	-0.168
14	6	13	0.355	-1.407
15	6	14	0.226	-0.305
16	7	8	5.003	15.050
17	7	9	0.037	-0.510
18	8	10	1.768	2.756
19	10	12	0.300	0.060
20	10	13	0.254	-0.958
21	11	13	0.385	-1.015
22	12	13	0.027	26.245
23	13	14	0.281	-0.947
24	15	16	0.727	0.060
25	15	23	0.488	-1.329
26	16	17	0.030	-0.522
27	16	18	0.169	-0.291
28	16	19	0.210	-0.372
29	16	46	1.650	2.317
30	16	56	0.387	1.011
31	18	19	0.031	-0.422
32	19	20	0.569	0.409
33	20	21	2.697	7.602
34	20	22	0.039	-0.760
35	20	23	0.082	-10.440
36	21	24	0.478	-0.279
37	25	69	58.666	-1.555
38	25	70	0.217	-1.404
39	26	27	0.360	-0.038
40	26	28	0.038	-0.051
41	26	29	0.079	-0.087
42	26	30	0.219	-0.333
43	26	31	0.177	0.780
44	26	39	0.218	-0.259
45	26	42	0.081	-0.856
46	26	46	0.404	1.270
47	26	65	0.885	3.676
48	26	66	0.868	2.632

49	27	57	0.026	-0.369
50	31	32	0.021	-0.607
51	33	39	3.258	11.453
52	34	35	2.136	4.561
53	34	55	0.633	0.705
54	35	36	0.156	-0.377
55	35	37	0.174	-0.306
56	36	37	0.000	-1.407
57	39	40	0.230	0.201
58	39	41	0.217	0.445
59	39	42	0.265	1.025
60	41	45	0.285	0.259
61	42	43	0.001	-10.217
62	42	44	0.004	-6.852
63	42	45	0.329	0.564
64	42	54	0.100	-0.286
65	45	46	0.165	-0.214
66	45	47	0.628	2.687
67	45	72	0.001	-0.080
68	47	48	0.145	0.450
69	48	49	0.075	-0.057
70	48	51	0.009	-7.703
71	48	53	0.004	-14.020
72	49	50	0.017	-0.389
73	51	52	0.005	-9.984
74	57	58	0.025	-0.461
75	57	59	3.390	7.812
76	59	60	1.806	3.804
77	60	61	0.243	-1.561
78	60	62	0.399	-0.967
79	62	63	0.186	-0.251
80	63	64	0.004	-0.553
81	63	71	0.001	-0.124
82	65	66	0.255	0.927
83	66	67	0.014	-1.399
84	66	70	1.660	4.264
85	68	69	0.000	-0.522

86	69	70	0.494	0.366
87	69	74	0.252	0.493
88	69	75	0.230	-0.714
89	73	74	0.011	-0.484
90	74	75	0.046	-1.456
91	6	76	2.863	-6.394
92	76	77	2.680	5.669
93	76	82	2.107	3.679
94	77	78	0.633	0.090
95	78	79	0.235	-0.155
96	78	80	0.396	0.016
97	79	80	0.082	-0.405
98	80	81	0.955	28.409
99	80	83	0.078	-0.046
100	80	85	0.189	-0.226
101	80	87	0.205	-0.549
102	81	82	2.038	3.282
103	83	84	0.012	-2.213
104	84	85	0.052	-3.690
105	84	86	0.070	-4.104
106	86	87	0.019	-0.893
107	87	88	0.019	-1.912
108	89	84	0.003	-0.005
109	90	84	0.024	0.023

Tabel 4-11
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Sebelum Kompensasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
Aktif (MW)	Reaktif (MVar)	Aktif (MW)	Reaktif (MVar)	Aktif (MW)	Reaktif (MVar)
1968.421	519.735	1865.000	658.800	103.421	-139.065

4.4.3. Analisa Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi Daya

Sebelum Kompensasi

Proses dari perhitungan dengan menggunakan Newton Rapshon pada loadflow awal menghasilkan kondisi sebagai berikut :

- Profil tegangan

Profil tegangan dianggap baik apabila memenuhi syarat standart yang diperbolehkan yaitu dalam batas tegangan 0.95 p.u sampai dengan 1.05 p.u, sehingga dengan ketentuan tersebut dalam jaringan system transmisi 150 KV Jawa timur – Bali masih terdapat bus yang tegangannya dibawah ketentuan tersebut sebanyak 11 bus atau 12.22 % dari total bus 90 bus yang ada dalam jaringan transmisi 150 KV Area 4 Jawa Timur-Bali yaitu sebagai berikut :

Table 4-12
Profil Tegangan Dibawah Standart 0.95 p.u

No	Bus	Tegangan (p.u)
1	20	0.94436
2	21	0.91000
3	22	0.94147
4	24	0.93000
5	80	0.94922
6	83	0.94817
7	84	0.94978
8	85	0.94794
9	86	0.94859
10	87	0.94714
11	88	0.94462

- Rugi-rugi daya

Pada sistem jaringan transmisi 150 KV Area 4 Jawa Timur-Bali ini juga mengalami rugi-rugi daya yaitu sebesar 103.421 – j 139.065 MVA atau 173.306 MVA dengan rincian daya aktif sebesar 103.421 MW dan daya Reaktifnya sebesar 139.065 MVar. Sehingga dalam jaringan ini mengalami rugi-rugi daya sebesar 6.83 % dari total pembangkitan sebesar 2035.879 MVA.

4.5. Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Sesudah Kompensasi

4.5.1. Tampilan Program Setelah Kompensasi

1. Untuk mengetahui hasil tekan tombol *load flow* pada kondisi akhir

Bus	absV (pu)	zudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Sups (pu)	Type Bus
1	1.04000	0.00000	378.260	394.277	0.000	0.000	0.000	1
2	1.03000	10.55321	565.100	-81.229	17.800	8.800	0.000	2
3	0.99846	1.99777	0.000	0.000	27.000	12.100	0.000	3
4	0.99641	1.89306	0.000	0.000	25.400	14.800	0.000	3
5	0.95394	2.16701	0.000	0.000	25.300	4.300	0.000	3
6	0.99443	-2.10184	0.000	0.000	40.500	14.400	0.000	3
7	1.01222	7.63940	0.000	0.000	6.200	2.100	0.000	3
8	0.99326	3.95571	0.000	0.000	38.600	16.300	0.000	3
9	1.00775	7.54952	0.000	0.000	17.500	8.700	0.000	3
10	0.96845	1.09142	0.000	0.000	41.400	15.600	0.000	3
11	0.95445	0.62716	0.000	0.000	19.000	4.700	0.000	3
12	0.95827	-0.26387	0.000	0.000	28.000	9.300	0.000	3
13	0.95762	-0.70097	0.000	0.000	63.500	26.600	0.000	3
14	0.97328	-2.53288	0.000	0.000	40.500	11.700	0.000	3
15	0.99941	1.41687	0.000	0.000	14.000	4.700	0.000	3

Gambar 4-15
Tampilan Hasil Load Flow Kondisi Akhir

2. Kemudian tekan tombol Aliran Daya pada kondisi akhir

No	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)	Aktif re (A)	Aktif im (A)	Dari	Ke	P (MW)	Q
1	1	27	40.546	67.396	259.910	432.024	27	1	-40.471	4
2	1	45	58.903	158.692	377.583	1017.257	45	1	-58.032	-1
3	1	55	116.640	39.781	747.693	255.006	55	1	-116.499	-
4	1	57	162.171	128.408	1039.557	823.131	57	1	-161.854	-1
5	2	5	264.952	-113.774	1550.916	-1038.188	5	2	-228.101	1
6	2	7	282.348	23.745	1824.709	-183.806	7	2	-278.333	-
7	3	4	25.424	13.547	172.804	84.479	4	3	-25.400	-
8	3	8	99.545	45.804	646.922	328.593	8	3	99.606	-
9	3	15	108.119	-23.574	715.981	-182.474	15	3	-106.908	-
10	3	16	123.224	17.581	826.357	88.635	16	3	-122.539	-
11	3	38	-185.222	-65.458	-1251.205	-393.681	38	3	188.800	1
12	5	6	130.273	-110.996	880.436	-809.573	6	5	-127.293	1
13	5	11	72.528	-23.914	500.185	-186.169	11	5	-71.955	-
14	6	13	-7.865	24.664	-58.754	163.304	13	6	8.215	-

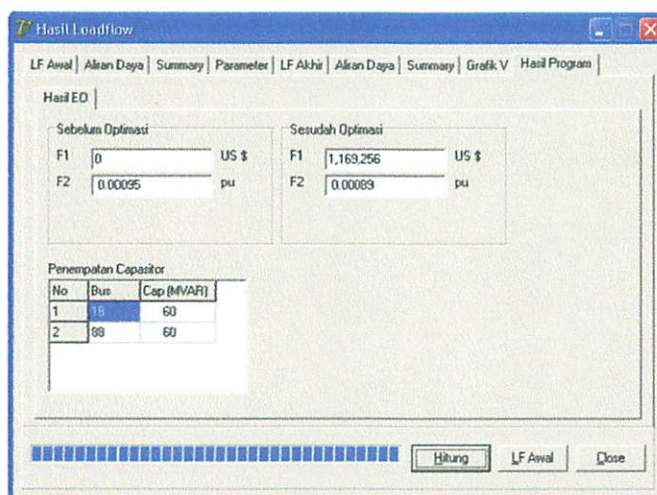
Gambar 4-16
Tampilan Hasil Aliran Daya Kondisi Akhir

3. Kemudian tekan tombol *Summary* pada kondisi akhir

Summary Loadflow	
Jumlah Pembangkitan	1968.260 + j 519.055 MVA
Jumlah Pembebanan	1865.000 + j 658.800 MVA
Jumlah Rugi-Rugi	103.260 + j 139.745 MVA
Iterasi	3
Waktu Hitung	0.00.0

Gambar 4-17
Tampilan Hasil *Summary* Kondisi Akhir

3. Untuk melihat hasil program kondisi akhir tekan tombol hasil program



Gambar 4-18
Tampilan Hasil Program

4.5.2. Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Pada Saluran 150 KV Setelah Kompensasi

Dengan menggunakan bantuan program komputer menggunakan metode *Electric omicron*, diperoleh besar tegangan tiap-tiap bus, aliran daya dan rugi-rugi daya pada sistem 150 kV Region 4 PT.PLN P3B setelah kompensasi seperti pada tabel berikut ini

Tabel 4-13
Hasil Perhitungan Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan
Setelah Kompensasi pada Saluran Transmisi 150 kV
Menggunakan Metode *Electric Omicron*

No	Bus	Tegangan (p.u)	Sudut	Pembangkitan		Pembebanan	
				P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
1	1	1.04000	0.00000	378.260	394.277	0.000	0.000
2	2	1.03000	10.55921	565.100	-81.229	17.800	8.800
3	3	0.99846	1.99777	0.000	0.000	27.000	12.100

4	4	0.99641	1.88306	0.000	0.000	25.400	14.800
5	5	0.95394	2.16701	0.000	0.000	25.300	4.300
6	6	0.99443	-2.10184	0.000	0.000	40.500	14.400
7	7	1.01222	7.83840	0.000	0.000	6.200	2.100
8	8	0.99326	3.95571	0.000	0.000	38.600	16.300
9	9	1.00775	7.54952	0.000	0.000	17.500	8.700
10	10	0.96845	1.09142	0.000	0.000	41.400	15.600
11	11	0.95445	0.62716	0.000	20.000	19.000	4.700
12	12	0.95827	-0.28387	0.000	50.000	28.000	9.300
13	13	0.95782	-0.70097	0.000	0.000	63.500	26.800
14	14	0.97328	-2.53288	0.000	0.000	40.500	11.700
15	15	0.98941	1.41687	0.000	0.000	14.000	4.700
16	16	0.99038	0.97432	0.000	0.000	18.300	7.400
17	17	0.99131	0.74939	0.000	60.000	22.600	5.500
18	18	0.97363	0.55037	0.000	0.000	24.200	8.200
19	19	0.96759	0.69644	0.000	50.000	25.600	10.900
20	20	0.94639	1.24353	0.000	0.000	42.900	1.600
21	21	0.91000	3.50892	90.000	-201.589	0.000	0.000
22	22	0.94351	1.06679	0.000	0.000	24.800	12.700
23	23	0.95355	1.14098	0.000	0.000	35.000	16.000
24	24	0.93000	2.89242	25.000	52.199	23.800	10.500
25	25	1.00000	-4.17223	0.000	72.515	18.700	15.000
26	26	1.02452	0.36332	0.000	0.000	-573.400	-345.000
27	27	1.03546	-0.08695	0.000	0.000	7.000	4.000
28	28	1.02254	0.19517	0.000	0.000	35.900	10.900
29	29	1.01984	0.04528	0.000	0.000	35.800	15.600
30	30	1.01357	0.60714	0.000	0.000	16.400	10.000
31	31	1.00527	-0.98188	0.000	0.000	12.000	6.000
32	32	1.00362	-1.06752	0.000	0.000	37.000	27.500
33	33	1.02000	2.50502	410.300	-39.492	0.000	0.000
34	34	1.02700	-0.94669	0.000	0.000	26.600	9.700
35	35	0.98120	-4.43449	0.000	0.000	20.500	8.000
36	36	0.97217	5.16185	0.000	0.000	28.200	10.900
37	37	0.97197	-5.20022	0.000	0.000	31.900	11.000
38	38	1.02000	2.36306	200.400	67.487	11.600	8.200
39	39	1.01543	0.66948	0.000	0.000	57.900	22.100
40	40	1.01000	1.04167	59.200	-86.901	0.000	0.000

41	41	1.01080	0.35399	0.000	0.000	38.300	25.000
42	42	1.05920	0.37308	0.000	0.000	33.500	18.700
43	43	1.01591	0.36610	0.000	0.000	12.700	6.700
44	44	1.01571	0.36062	0.000	0.000	21.200	10.600
45	45	1.01433	-0.21262	0.000	0.000	87.000	44.000
46	46	1.01616	0.19505	0.000	40.000	28.900	11.700
47	47	1.01016	-0.72013	0.000	0.000	100.300	32.100
48	48	1.00904	-0.84709	0.000	0.000	67.100	32.700
49	49	1.00805	-0.83825	0.000	0.000	48.300	24.100
50	50	1.00654	-0.91242	0.000	0.000	22.500	13.700
51	51	1.00889	-0.86644	0.000	0.000	14.400	7.400
52	52	1.08680	-0.88108	0.000	0.000	32.000	15.600
53	53	1.00890	-0.87092	0.000	0.000	32.800	14.800
54	54	1.01279	0.33087	0.000	0.000	36.900	19.100
55	55	1.03754	-0.19550	0.000	0.000	6.200	2.700
56	56	0.97898	0.34365	0.000	0.000	73.700	42.500
57	57	1.03579	-0.15230	0.000	0.000	17.200	7.800
58	58	1.03398	-0.25366	0.000	0.000	31.700	17.500
59	59	1.00587	-2.54730	0.000	0.000	27.500	20.600
60	60	0.98961	-4.18855	0.000	0.000	28.600	14.300
61	61	0.97726	-4.74646	0.000	0.000	39.000	14.300
62	62	0.98776	-5.33868	0.000	0.000	31.200	19.100
63	63	0.98885	-5.87103	0.000	0.000	41.600	-39.700
64	64	0.98806	-5.91409	0.000	0.000	11.300	7.000
65	65	1.01497	-0.97847	0.000	0.000	46.800	6.500
66	66	1.01115	-1.52461	0.000	0.000	50.700	23.800
67	67	1.00913	-1.64837	0.000	0.000	13.600	7.400
68	68	0.99226	-4.29452	0.000	0.000	0.000	0.000
69	69	0.99211	-4.29200	0.000	0.000	38.800	23.400
70	70	0.99954	-3.33767	0.000	0.000	30.400	15.600
71	71	0.98866	-5.87963	0.000	0.000	11.300	7.000
72	72	1.01426	-0.22199	0.000	0.000	16.000	2.700
73	73	0.97537	-5.36611	0.000	0.000	20.700	12.000
74	74	0.98294	-4.92385	0.000	0.000	24.600	9.300
75	75	0.97394	-5.43523	0.000	0.000	37.8	22.200
76	76	0.90660	-2.95561	173.900	172.333	5.400	2.700
77	77	0.96573	-7.30120	0.000	0.000	24.000	7.200
78	78	0.95964	-8.20814	0.000	0.000	4.200	0.800

79	79	0.95810	-9.32976	0.000	0.000	11.700	2.700
80	80	0.95339	-9.93302	0.000	0.000	54.900	17.400
81	81	0.95989	-8.47203	0.000	0.000	6.600	3.200
82	82	0.97464	-5.58619	0.000	0.000	11.600	4.700
83	83	0.95020	-10.25639	0.000	0.000	27.100	10.100
84	84	0.95000	-10.30986	0.000	0.000	7.900	3.700
85	85	0.95171	-10.66202	0.000	25.000	45.900	15.400
86	86	0.95223	-10.65699	0.000	25.000	55.200	14.100
87	87	0.95594	-10.64941	0.000	60.000	33.800	5.600
88	88	0.95346	-10.84761	0.000	0.000	12.100	5.800
89	89	0.95000	-10.30269	8.800	-7.102	0.000	0.000
90	90	0.95000	-10.26421	57.300	-43.300	0.000	0.000

Tabel 4-14
 Hasil Perhitungan Aliran Daya Setelah kompensasi Saluran Transmisi 150kV
 Menggunakan Metode *Electric Omicron*

No	Saluran		Daya		Saluran		Daya	
	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVar)	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVar)
1	1	27	40.546	39.781	27	1	-40.471	-67.309
2	1	45	58.903	158.692	45	1	-58.032	-156.946
3	1	55	116.640	39.781	55	1	-116.499	-39.559
4	1	59	162.171	128.408	59	1	-161.854	-127.642
5	2	5	264.952	-113.774	5	2	-228.101	135.179
6	2	7	282.348	23.745	7	2	-278.333	-11.491
7	3	4	25.424	13.547	4	3	-25.400	-14.135
8	3	8	-98.545	45.804	8	3	99.606	-44.340
9	3	15	108.119	-23.574	15	3	-106.908	23.418
10	3	16	123.224	17.581	16	3	-122.539	-16.321
11	3	38	-185.222	-65.458	38	3	188.800	66.201
12	5	6	130.273	-110.996	6	5	-127.293	119.063
13	5	11	72.528	-23.914	11	5	-71.955	23.747
14	6	13	-7.865	24.664	13	6	8.215	-26.087
15	6	14	20.515	27.790	14	6	-20.290	-28.102
16	7	8	254.597	3.163	8	7	-249.597	11.874
17	7	9	17.537	7.559	9	7	-17.500	-8.070

18	8	10	111.391	20.221	10	8	-109.618	-17.454
19	10	12	40.712	4.857	12	10	-40.410	-4.794
20	10	13	27.506	0.111	13	10	-27.251	-1.066
21	11	13	52.955	-26.325	13	11	-52.569	25.312
22	12	13	12.410	-3.561	13	12	-12.384	2.805
23	13	14	20.489	-20.359	14	13	-20.210	19.405
24	15	16	65.716	-121.921	16	15	-64.839	122.084
25	15	23	27.192	94.821	23	15	-26.669	-95.927
26	16	17	22.795	-55.459	17	16	-22.600	55.050
27	16	18	22.389	26.198	18	16	-22.207	-26.450
28	16	19	16.823	30.571	19	16	-16.586	-30.861
29	16	46	32.988	-156.142	46	16	-31.668	160.329
30	16	56	74.084	43.189	56	16	-73.700	-142.193
31	18	19	-1.993	19.093	19	18	2.031	-19.497
32	19	20	-11.045	91.031	20	19	11.667	-90.449
33	20	21	-87.827	165.156	21	20	90.722	-156.883
34	20	22	24.839	11.063	22	20	-24.800	-11.828
35	20	23	8.420	-85.882	23	20	-8.331	85.492
36	21	24	-0.722	-43.223	24	21	1.200	42.944
37	25	69	29.396	43.003	69	25	-29.257	-44.567
38	25	70	48.096	14.512	70	25	-48.311	-15.922
39	26	27	50.487	-111.382	27	26	-50.154	111.219
40	26	28	35.938	10.670	28	26	-35.900	-10.722
41	26	29	35.849	15.159	29	26	-35.800	-15.246
42	26	30	16.618	9.307	30	26	-16.400	-9.640
43	26	31	49.198	32.012	31	26	-49.021	-31.237
44	26	39	-19.526	75.453	39	26	19.757	-75.668
45	26	42	8.488	84.678	42	26	-8.402	-85.498
46	26	46	108.088	176.055	46	26	-107.720	-174.959
47	26	65	170.107	31.558	65	26	-169.222	-27.881
48	26	66	118.124	21.490	66	26	-117.255	-18.496
49	27	57	83.625	-45.872	57	27	-83.600	45.499
50	31	32	37.021	26.187	32	31	-37.000	-26.795
51	33	39	410.300	-39.492	39	33	-407.036	50.970
52	34	35	83.066	27.864	35	34	-80.930	-23.303
53	34	55	-109.666	-37.564	55	34	110.299	38.269
54	35	36	29.133	8.282	36	35	-28.977	-8.659

55	35	37	31.297	8.514	37	35	-31.123	-8.820
56	36	37	0.777	-1.428	37	36	-0.777	0.021
57	39	40	-58.953	86.580	40	39	59.200	-86.319
58	39	41	136.448	-6.590	41	39	-136.231	7.033
59	39	42	251.883	-75.011	42	39	-251.616	76.050
60	41	45	97.931	-31.735	45	41	-97.644	32.000
61	42	43	12.701	-14.054	43	42	-12.700	3.828
62	42	44	21.204	-3.119	44	42	-21.200	-3.739
63	42	45	155.613	-8.707	45	42	-155.284	9.271
64	42	54	37.000	18.444	54	42	-36.900	-18.731
65	45	46	-110.322	-5.137	46	45	110.488	4.923
66	45	47	318.281	78.316	47	45	-317.654	-75.634
67	45	72	16.001	2.538	72	45	-16.000	-2.618
68	47	48	217.354	43.983	48	47	-217.210	-43.535
69	48	49	70.892	36.636	49	48	-70.817	-36.692
70	48	51	46.414	-12.436	51	48	-46.405	4.723
71	48	53	32.804	-13.274	53	48	-32.800	-0.753
72	49	50	22.517	12.673	50	49	-22.500	-13.163
73	51	52	32.005	-4.398	52	51	-32.000	-5.599
74	57	58	31.725	16.493	58	57	-31.700	-16.955
75	57	59	196.529	58.514	59	57	-193.139	-50.704
76	59	60	165.639	31.955	60	59	-163.834	-28.122
77	60	61	39.243	23.571	61	60	-39.000	-25.133
78	60	62	95.990	-12.928	62	60	-95.591	11.961
79	62	63	64.391	-28.202	63	62	-64.205	27.951
80	63	64	11.304	5.880	64	63	-11.300	-6.434
81	63	71	11.301	6.749	71	63	-11.300	-6.873
82	65	66	122.422	21.947	66	65	-122.166	-21.019
83	66	67	13.614	4.564	67	66	-13.600	-5.964
84	66	70	175.108	12.593	70	66	-173.448	-8.330
85	68	69	0.000	0.000	69	68	0.000	-0.522
86	69	70	-94.242	-13.069	70	69	94.737	13.438
87	69	74	56.771	24.982	74	69	-56.52	-24.490
88	69	75	26.928	12.246	75	69	-26.698	-12.961
89	73	74	-20.700	-12.000	74	73	20.772	11.516
90	74	75	11.148	4.776	75	74	-11.102	-6.223
91	6	76	74.143	-179.193	76	6	-71.295	172.797

92	76	77	106.449	1.810	77	76	-103.777	3.833
93	76	82	133.346	1.799	82	76	-131.243	1.871
94	77	78	79.777	-8.814	78	77	-79.144	8.900
95	78	79	35.433	-3.363	79	78	-35.199	3.202
96	78	80	39.510	-5.232	80	78	-39.113	5.243
97	79	80	23.499	-5.073	80	79	-23.416	4.665
98	80	81	-110.055	7.944	81	80	111.008	-6.552
99	80	83	34.222	6.817	83	80	-34.147	-6.873
100	80	85	27.713	-5.701	85	80	-27.539	5.442
101	80	87	55.749	-34.596	87	80	-55.474	35.236
102	81	82	-117.608	4.743	82	81	119.643	-1.489
103	83	84	6.047	-2.956	84	83	-6.045	0.704
104	84	85	18.419	-12.213	85	84	-18.361	8.533
105	84	86	45.791	-40.491	86	84	-45.678	36.521
106	86	87	-9.522	-21.268	87	86	9.556	20.406
107	87	88	12.118	1.860	88	87	-12.1	-3.809
108	89	84	8.800	-7.102	84	89	-8.799	7.095
109	90	84	57.300	-43.443	84	90	-57.266	43.479

Tabel 4-15

Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Saluran Setelah Kompensasi Daya Reaktif Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Metode *Electric Omicron*

No	Saluran		Rugi-Rugi Saluran	
	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVar)
1	1	27	0.075	-27.528
2	1	45	0.871	1.746
3	1	55	0.141	0.222
4	1	59	0.317	0.766
5	2	5	36.851	21.405
6	2	7	4.015	12.254
7	3	4	0.024	-0.588
8	3	8	1.061	1.464
9	3	15	1.211	-0.156

10	3	16	0.685	1.260
11	3	38	3.578	0.743
12	5	6	2.980	8.067
13	5	11	0.573	-0.167
14	6	13	0.350	-1.423
15	6	14	0.225	-0.312
16	7	8	5.000	15.037
17	7	9	0.037	-0.511
18	8	10	1.773	2.767
19	10	12	0.302	0.063
20	10	13	0.255	-0.955
21	11	13	0.386	-1.013
22	12	13	0.026	-0.756
23	13	14	0.279	-0.954
24	15	16	0.877	0.163
25	15	23	0.523	-1.106
26	16	17	0.195	-0.409
27	16	18	0.182	-0.252
28	16	19	0.237	-0.290
29	16	46	1.320	4.187
30	16	56	0.384	-99.004
31	18	19	0.038	-0.404
32	19	20	0.622	0.582
33	20	21	2.895	8.273
34	20	22	0.039	-0.765
35	20	23	0.089	-0.390
36	21	24	0.478	-0.279
37	25	69	0.139	-1.564
38	25	70	-0.215	-1.410
39	26	27	0.333	-0.163
40	26	28	0.038	-0.052
41	26	29	0.049	-0.087
42	26	30	0.218	-0.333
43	26	31	0.177	0.775
44	26	39	0.231	-0.215
45	26	42	0.086	-0.820
46	26	46	0.368	1.096

47	26	65	0.885	3.677
48	26	66	0.869	2.994
49	27	57	0.025	-0.373
50	31	32	0.021	-0.608
51	33	39	3.264	11.478
52	34	35	2.136	4.561
53	34	55	0.633	0.705
54	35	36	0.156	-0.377
55	35	37	0.174	-0.306
56	36	37	0.000	-1.407
57	39	40	0.247	0.261
58	39	41	0.217	0.443
59	39	42	0.267	1.039
60	41	45	0.287	0.265
61	42	43	0.001	-10.226
62	42	44	0.004	-6.858
63	42	45	0.329	0.564
64	42	54	0.100	-0.287
65	45	46	0.166	-0.214
66	45	47	0.627	2.682
67	45	72	0.001	-0.080
68	47	48	0.144	0.448
69	48	49	0.075	-0.056
70	48	51	0.009	-7.713
71	48	53	0.004	-14.027
72	49	50	0.017	-0.490
73	51	52	0.005	-9.997
74	57	58	0.025	-0.462
75	57	59	3.390	7.810
76	59	60	1.805	3.833
77	60	61	0.243	-1.562
78	60	62	0.399	-0.967
79	62	63	0.186	-0.251
80	63	64	0.004	-0.554
81	63	71	0.001	-0.124
82	65	66	0.256	0.928
83	66	67	0.014	-1.400

84	66	70	1.660	4.263
85	68	69	0.000	-0.522
86	69	70	0.495	0.369
87	69	74	0.251	0.492
88	69	75	0.230	-0.715
89	73	74	0.072	-0.484
90	74	75	0.046	-1.447
91	6	76	2.848	-6.396
92	76	77	2.672	5.643
93	76	82	2.103	3.670
94	77	78	0.633	0.086
95	78	79	0.234	-0.161
96	78	80	0.397	0.011
97	79	80	0.083	-0.408
98	80	81	0.953	1.392
99	80	83	0.075	-0.056
100	80	85	0.174	-0.259
101	80	87	0.275	0.640
102	81	82	2.035	3.254
103	83	84	0.002	-2.252
104	84	85	0.058	-3.680
105	84	86	0.113	-3.970
106	86	87	0.034	-0.862
107	87	88	0.018	-1.949
108	89	84	0.001	-0.007
109	90	84	0.034	0.036

Tabel 4-16
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Setelah Kompensasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
Aktif (MW)	Reaktif (MVar)	Aktif (MW)	Reaktif (MVar)	Aktif (MW)	Reaktif (MVar)
1968.260	519.055	1865.000	658.800	103.421	139.745

4.5.3. Analisa Hasil Perhitungan Profil Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Pada Saluran 150 KV Setelah Kompensasi

Analisa hasil perhitungan setelah kompensasi menggunakan metode *Electric Omicron* diperoleh perubahan pada profil tegangan dan rugi-rugi daya.

- Profil tegangan

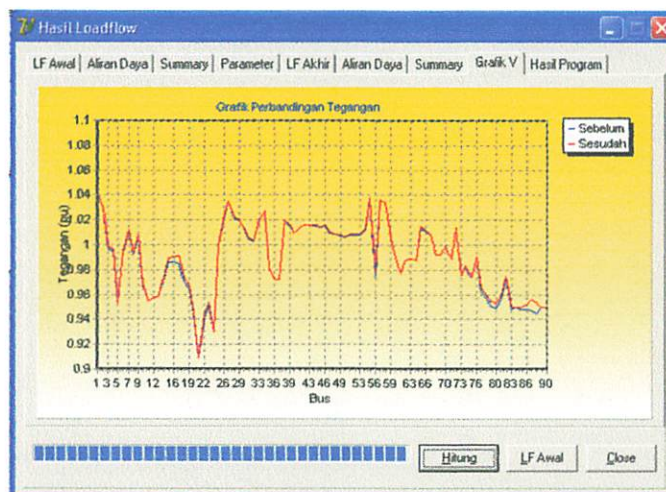
Profil tegangan pada saat sebelum dikompensasi terdapat 11 bus yang mengalami penurunan tegangan dibawah 0.95 p.u atau sebanyak 12.22 % dari jumlah bus yang ada yaitu 90 bus. Dan setelah dilakukan perhitungan dengan menambah alat kompensasi profil tegangan mengalami kenaikan diatas batas yang diperbolehkan sejumlah 7 bus atau mengalami perbaikan sebesar 63%. Hasil ini telah meningkatkan kualitas sistem sangat signifikan.

Akan tetapi masih ada 4 bus yang belum mengalami perbaikan yang berarti atau sebesar 37 % dari total bus yang mengalami jatuh tegangan, hal ini disebabkan oleh pengaruh bus 21 dan 24 yang merupakan bus generator (pembangkit) Sutami dan Wlingi yang menurut teori jika pembangkit dilihat dari sisi beban, maka profil dari tegangan yang dihasilkan pembangkit tidak akan berubah, meskipun di pasang kapasitor di bus yang dekat dengan pembangkit. Karena kita tahu bahwa pembangkit penghasil tegangan dan menyalurkannya ke beban. Tegangan yang dihasilkan dari kedua pembangkit adalah 137,2 kV dan 140 kV, dimana nilai tersebut jauh menyimpang dari tegangan referensinya 150 kV. Jadi profil tegangannya buruk yaitu 0,91 pu untuk bus 21 dan 0,93 pu untuk bus 24. Dengan demikian berpengaruh terhadap bus-bus yang mendapat suplai dari

kedua bus tersebut mengalami penurunan profil tegangan yaitu bus 20 dan 22 seperti dapat dilihat pada tabel 4-17 dan grafik 4-1

Tabel 4-17
Profil Tegangan yang Belum Mengalami Perubahan Setelah Kompensasi

No	Bus	Tegangan (p.u)
1	20	0.94639
2	21	0.91000
3	22	0.94351
4	24	0.93000



Grafik 4-1
Perbandingan Profil Tegangan Sebelum dan Sesudah Kompensasi

- Rugi-rugi daya

Rugi-rugi daya pada sistem jaringan transmisi 150 KV Area 4 Jawa Timur-Bali setelah kompensasi mengalami perbaikan dari sebelumnya sebesar $103.421 - j 139.065$ MVA menjadi $103.260 - j139.745$ berkurang sebesar $0.161 +$

j 0.680 MVA atau 0.698 MVA. Sehingga dalam presentase rugi-rugi daya mengalami penurunan sebesar 0.5 % dari rugi-rugi daya sebelum kompensasi.

4.6. Analisa Penempatan dan Kapasitas Kapasitor serta biaya pembelian dan instalasinya.

Dengan menggunakan metode *Electric Omicron* dapat diketahui letak dan kapasitas kapasitor serta biaya pembelian dan instalasinya. Dapat dilihat pada gambar 4-

Hasil EO

Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
F1	0 US \$	F1	1,169,256 US \$
F2	0.00095 pu	F2	0.00089 pu

Penempatan Kapasitor

No	Bus	Cap (MVAR)
1	18	60
2	88	60

Hitung LF Awal Close

Gambar 4-19
Hasil Program Penempatan dan Kapasitas Kapasitor
serta Biaya pembelian dan Instalasi

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa letak penempatan kapasitor yaitu pada bus 18 dan 88 dengan nilai kapasitas masing-masing sebesar 60 MVAR dan 60 MVAR totalnya adalah sebesar 120 MVAR dengan biaya pembelian dan instalasi sebesar 1,169,256 US\$.

4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Kompensasi menggunakan Metode *Electric Omicron*

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

4.7.1. Perbandingan Hasil Perhitungan Kondisi Profil Tegangan dan Pembangkitan Sebelum dan Setelah Kompensasi.

Tabel 4-18
 Perbandingan Kondisi Profile Tegangan dan Pembangkitan
 Sebelum Kompensasi dan Setelah Kompensasi

No	Bus	Sebelum Kompensasi			Setelah Kompensasi		
		Tegangan (p.u)	Pembangkitan		Tegangan (p.u)	Pembangkitan	
			P (MW)	Q (MVar)		P (MW)	Q (MVar)
1	1	1.04000	378.421	403.616	1.04000	378.260	394.277
2	2	1.03000	565.100	-78.667	1.03000	565.100	-81.229
3	3	0.99646	0.000	0.000	0.99846	0.000	0.000
4	4	0.99441	0.000	0.000	0.99641	0.000	0.000
5	5	0.95384	0.000	0.000	0.95394	0.000	0.000
6	6	0.99442	0.000	0.000	0.99443	0.000	0.000
7	7	1.01180	0.000	0.000	1.01222	0.000	0.000
8	8	0.99220	0.000	0.000	0.99326	0.000	0.000
9	9	1.00733	0.000	0.000	1.00775	0.000	0.000
10	10	0.96771	0.000	0.000	0.96845	0.000	0.000
11	11	0.95424	0.000	0.000	0.95445	0.000	20.000
12	12	0.95774	0.000	0.000	0.95827	0.000	50.000
13	13	0.95747	0.000	0.000	0.95782	0.000	0.000
14	14	0.97315	0.000	0.000	0.97328	0.000	0.000
15	15	0.98577	0.000	0.000	0.98941	0.000	0.000
16	16	0.98586	0.000	0.000	0.99038	0.000	0.000
17	17	0.98442	0.000	0.000	0.99131	0.000	60.000
18	18	0.97002	0.000	0.000	0.97363	0.000	0.000
19	19	0.96458	0.000	50.000	0.96759	0.000	50.000
20	20	0.94436	0.000	0.000	0.94639	0.000	0.000
21	21	0.91000	90.000	-194.236	0.91000	90.000	-201.589

22	22	0.94147	0.000	0.000	0.94351	0.000	0.000
23	23	0.95121	0.000	0.000	0.95355	0.000	0.000
24	24	0.93000	25.000	52.199	0.93000	25.000	52.199
25	25	1.00000	0.000	74.024	1.00000	0.000	72.515
26	26	1.02384	0.000	0.000	1.02452	0.000	0.000
27	27	1.03534	0.000	0.000	1.03546	0.000	0.000
28	28	1.02186	0.000	0.000	1.02254	0.000	0.000
29	29	1.01916	0.000	0.000	1.01984	0.000	0.000
30	30	1.01289	0.000	0.000	1.01357	0.000	0.000
31	31	1.00458	0.000	0.000	1.00527	0.000	0.000
32	32	1.00293	0.000	0.000	1.00362	0.000	0.000
33	33	1.02000	410.300	-34.913	1.02000	410.300	-39.492
34	34	1.02700	0.000	0.000	1.02700	0.000	0.000
35	35	0.98120	0.000	0.000	0.98120	0.000	0.000
36	36	0.97217	0.000	0.000	0.97217	0.000	0.000
37	37	0.97197	0.000	0.000	0.97197	0.000	0.000
38	38	1.02000	200.400	97.658	1.02000	200.400	67.487
39	39	1.01507	0.000	0.000	1.01543	0.000	0.000
40	40	1.01000	59.200	-82.341	1.01000	59.200	-86.901
41	41	1.01365	0.000	0.000	1.01080	0.000	0.000
42	42	1.01547	0.000	0.000	1.05920	0.000	0.000
43	43	1.01546	0.000	0.000	1.01591	0.000	0.000
44	44	1.01525	0.000	0.000	1.01571	0.000	0.000
45	45	1.01372	0.000	0.000	1.01433	0.000	0.000
46	46	1.01499	0.000	0.000	1.01616	0.000	40.000
47	47	1.00954	0.000	0.000	1.01016	0.000	0.000
48	48	1.00841	0.000	0.000	1.00904	0.000	0.000
49	49	1.00743	0.000	0.000	1.00805	0.000	0.000
50	50	1.00591	0.000	0.000	1.00654	0.000	0.000
51	51	1.00826	0.000	0.000	1.00889	0.000	0.000
52	52	1.00805	0.000	0.000	1.08680	0.000	0.000
53	53	1.00827	0.000	0.000	1.00890	0.000	0.000
54	54	1.01233	0.000	0.000	1.01279	0.000	0.000
55	55	1.03754	0.000	0.000	1.03754	0.000	0.000
56	56	0.97441	0.000	0.000	0.97898	0.000	0.000
57	57	1.03571	0.000	0.000	1.03579	0.000	0.000
58	58	1.03390	0.000	0.000	1.03398	0.000	0.000

59	59	1.00579	0.000	0.000	1.00587	0.000	0.000
60	60	0.98953	0.000	0.000	0.98961	0.000	0.000
61	61	0.97718	0.000	0.000	0.97726	0.000	0.000
62	62	0.98768	0.000	0.000	0.98776	0.000	0.000
63	63	0.98870	0.000	0.000	0.98885	0.000	0.000
64	64	0.98798	0.000	0.000	0.98806	0.000	0.000
65	65	1.01441	0.000	0.000	1.01497	0.000	0.000
66	66	1.01065	0.000	0.000	1.01115	0.000	0.000
67	67	1.00863	0.000	0.000	1.00913	0.000	0.000
68	68	0.99216	0.000	0.000	0.99226	0.000	0.000
69	69	0.99201	0.000	0.000	0.99211	0.000	0.000
70	70	0.99932	0.000	0.000	0.99954	0.000	0.000
71	71	0.98858	0.000	0.000	0.98866	0.000	0.000
72	72	1.01364	0.000	0.000	1.01426	0.000	0.000
73	73	0.97527	0.000	0.000	0.97537	0.000	0.000
74	74	0.98284	0.000	0.000	0.98294	0.000	0.000
75	75	0.97384	0.000	0.000	0.97394	0.000	0.000
76	76	0.99066	173.900	180.441	0.90660	173.900	172.333
77	77	0.96343	0.000	0.000	0.96573	0.000	0.000
78	78	0.95675	0.000	0.000	0.95964	0.000	0.000
79	79	0.95119	0.000	0.000	0.95810	0.000	0.000
80	80	0.94922	0.000	0.000	0.95339	0.000	0.000
81	81	0.95665	0.000	0.000	0.95989	0.000	0.000
82	82	0.97317	0.000	0.000	0.97464	0.000	0.000
83	83	0.94817	0.000	0.000	0.95020	0.000	0.000
84	84	0.94978	0.000	0.000	0.95000	0.000	0.000
85	85	0.94794	0.000	25.000	0.95171	0.000	25.000
86	86	0.94859	0.000	25.000	0.95223	0.000	25.000
87	87	0.94714	0.000	0.000	0.95594	0.000	60.000
88	88	0.94462	0.000	0.000	0.95346	0.000	0.000
89	89	0.95000	8.800	19.153	0.95000	8.800	-7.102
90	90	0.95000	57.300	-17.200	0.95000	57.300	-43.300

Tabel 4-19
 Hasil Perbandingan Pembangkitan Sebelum dan Sesudah Kompensasi

Pembangkitan			
Sebelum Kompensasi (Mvar)		Sesudah Kompensasi (MVar)	
P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)
1968.421	519.735	1968.260	519.055

4.6.2 Perbandingan Rugi Daya Pada Saluran

Tabel 4-20
 Perbandingan Rugi-Rugi Daya

No	Rugi-Rugi Daya	DAYA	
		Aktif (MW)	Reaktif (Mvar)
1	Sebelum Kompensasi	103.421	-139.065
2	Sesudah Kompensasi	103.260	-139.745
Selisih		0.161	0.680

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari tujuan pembahasn dalam skripsi ini maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Profil tegangan mengalami kenaikan dari sebelum kompensasi jatuh tegangan pada 11 bus atau sebanyak 12.22 % dari jumlah bus yang ada yaitu 90 bus hanya tinggal 4 bus atau 4,44 % dan mengalami perbaikan sebesar 63%.
2. Rugi-rugi daya setelah kompensasi mengalami perbaikan dari sebelumnya sebesar $103.421 - j 139.065$ MVA menjadi $103.260 - j139.745$ berkurang sebesar $0.161 + j 0.680$ MVA atau 0.698 MVA. Sehingga dalam presentase rugi-rugi daya mengalami penurunan sebesar 0.5 % dari rugi-rugi daya sebelum kompensasi.
3. Letak penempatan kapasitor yaitu pada bus 18 dan 88 dengan nilai kapasitas masing-masing sebesar 60 MVAR dan 60 MVAR totalnya adalah sebesar 120 MVAR dengan biaya pembelian dan instalasi sebesar 1,169,256 US\$.

5.2. Saran

Untuk kempurnaan penelitian ini diharapkan nanti dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai kompensasi terhadap rugi-rugi dibandingkan dengan nilai investasi sehingga dapat diketahui kapan dapat *Break Event Point* (BEP) atau kembali modal dalam penempatan alat kompensasi dan lebih jauh dapat menganalisa keuntungan dan kerugian dengan memasang kapasitor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. P. Gardel, B Barán, H Estigarribia, U Fernández dan S. Duarte
“*Multiobjective Reactive Power Compensation with an Ant Colony Optimization Algorithm*”, In National University of Asuncion, Paraguay
- [2]. Enrico Carpaneto and Gianfranco Chicco, “*Ant colony search bassed minimum losses reconfiguration of distribution system*”, In IEE MELECON Conf, Dubrovnik, Croatia, May 2004
- [3]. Stevenson, William. D, Jr, “*Analisa Sistem Tenaga Listrik*”, Penerbit Erlangga Edisi ke 4 1996
- [4]. Kadir, Abdul. “*Transmisi Tenaga Listrik*”, penerbit Erlangga
- [5]. Housseem Ben Aribia and Hasan Hadj Abdallah, “*Multi objectives reactive dispatch optimization of an electrical network*”, In National School of Engineering, Sfax, BP W, 3038, Tunisia
- [6] Purwantoro, Vendy Tri, skripsi “*Economic Load Dispatch Menggunakan Metode Successive Linear Programming pada Saluran Transmisi 150 kV Region Jawa Timur – Bali*” Jurusan Elektro ST, Institut Teknologi Nasional Malang, 2007.
- [7]. Mitsuo Gen, Runwei Cheng, “ *Genetic Algorithm And Engineering Design* “. (John Wiley & Son, Inc, 1994) p-7
- [8] Data PT.PLN (PERSERO) P3B Region Jawa Timur dan Bali, “Evaluasi Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Timur dan Bali”, 21 Juni 2006

Lampiran

LAMPIRAN 1



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : AAN HANAFI SAMAUNA
NIM : 00.12.090
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : KOMPENSASI DAYA REAKTIF MULTI OBJEKTIF
MENGUNAKAN METODE *ELECTRIC OMICRON*
(EO) PADA JARINGAN TRANSMISI 150 KV DI
AREA 4 JAWATIMUR-BALI

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

Hari : Senin
Tanggal : 17 Maret 2008
Dengan Nilai : 75,55 (B+) *Buf*



Ketua Majelis Penguji
Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.Y. 1018100036

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris Majelis Penguji

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

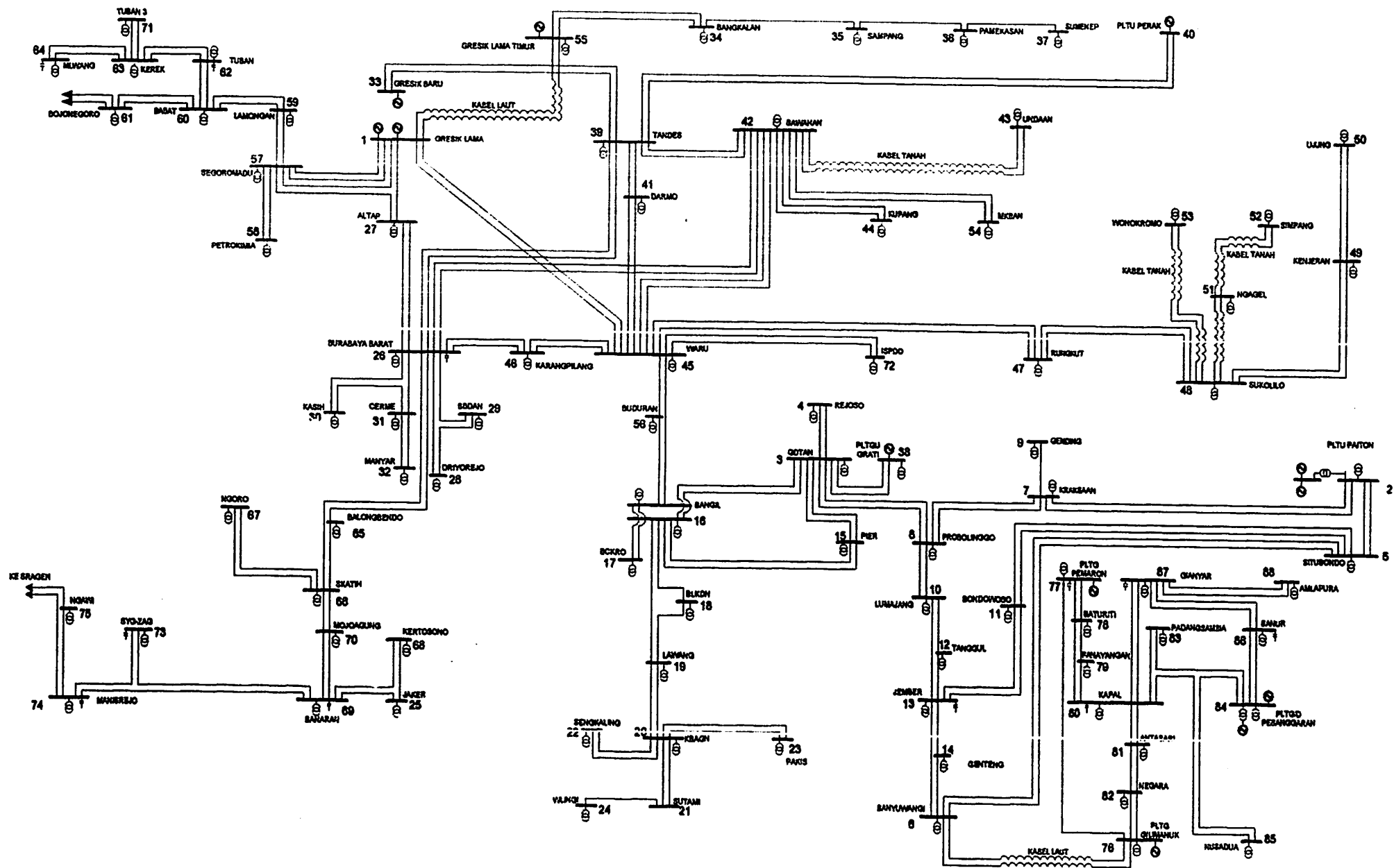
Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y. 1038900209

Penguji Kedua

Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT
NIP.Y. 1028700171



JAN 19:00 WIB



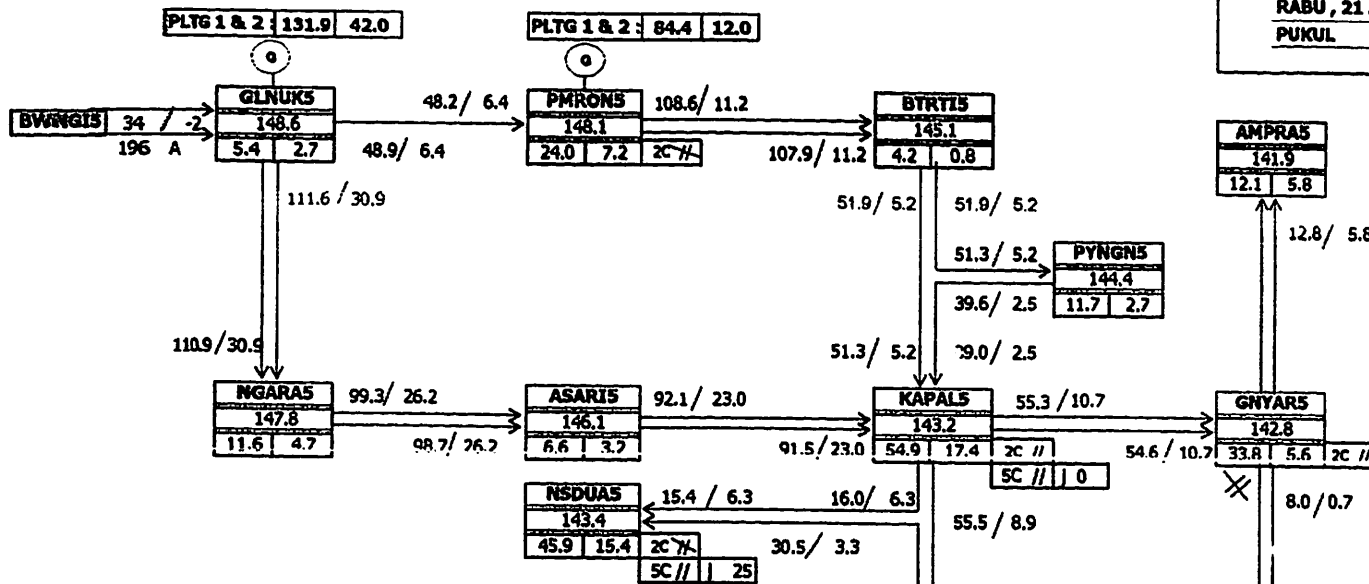
Beban Pembangkit = netto
P.S harus untuk diketahui.



2	6.8	LF - 18:00
DISPATCHER		Soemmarsono ajj
Total Pembangkit	5,382.5	/ 1,533.1
Total Transfer	(2,088.0)	/ 65.0
Distribusi Area - 4	3,294.5	/ 1,598.1

RABU, 21 JUNI 2006

PUKUL : 20.00 WITA

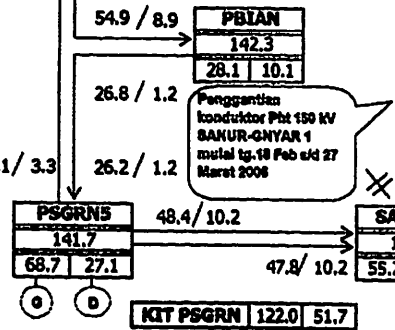


OLS 150KV GLNUK - BWNGI				
WAKTU	PK. 19.00		PK. 20.00	
G1	AMP	MW	AMP	MW
1 SEC KAPAL	1,068	31.9	1,063	31.8
1 SEC PMRON	196	5.9	194	5.8
1 SEC NGARA	118	3.5	117	3.5
1 SEC GNYAR	112	3.3	116	3.5
4 SEC KAPAL	156	4.7	152	4.5
4 SEC NSDUA	1,024	30.6	998	29.8
5 SEC PMRON	147	4.4	154	4.6
5 SEC PSGRN	1,578	47.2	1,528	45.7
SUB TOTAL 1 SEC	1,494	44.7	1,490	44.6
SUB TOTAL 4 SEC	1,180	35.3	1,150	34.4
SUB TOTALS SEC	1,725	51.6	1,682	50.3
TOTAL	4,399	131.5	4,322	129.2

UFR TERPASANG Island Glnuk				
WAKTU	PK. 19.00		PK. 20.00	
FREK	AMP	MW	AMP	MW
48.6 Hz	322	9.6	335	10.0
48.4 Hz	598	17.9	587	17.6
48.3 Hz	3136	93.8	3139	93.9
TOTAL	4,056	121.3	4,061	121.4

UFR 48.3 Hz terpasang Island PSGRN				
WAKTU	PK. 19.00		PK. 20.00	
G1	AMP	MW	AMP	MW
PSGRN				
NSDUA	113	3.4	116	3.5

PUKUL : 20.00 WITA						OP.GI	Pukul : 19.30 wita Trafo 150/20KV					
LOKASI	TRF	TEG	TAP	MW	MVAR		LOKASI	TRF	20KV-150KV	MW	MVAR	
GLNUK	1	20.5	13	5.4	2.7	ARSANA	GLNUK	1	20.5	148.9	5.5	1.8
NGARA	1	20.5	8	4.4	1.7	NURHADI	NGARA	1	20.5	147.5	4.5	1.7
	2	20.4	15	7.2	3.0		NGARA	2	20.4		7.3	3.0
ASARI	1	20.5	14	6.6	3.2	ANDIKA	ASARI	1	20.5	145.8	6.6	3.2
PMRON	1	20.6	13	10.8	4.0	SUKA	PMRON	1	20.6	147.8	10.8	4.0
	2	20.4	13	13.2	3.2		PMRON	2	20.4		13.3	3.2
BTRTI	1	19.2	8	4.2	0.8	TAMSI	BTRTI	1	19.2	145.3	4.4	0.8
KAPAL	1	20.5	16	11.9	0.0	OP. GIPAT	KAPAL	1	20.4		11.9	2.8
	2	20.5	17	10.3	4.3			2	20.2		10.3	3.8
	3	20.5	15	17.8	7.8			3	20.5	143.4	18.1	8.2
	4	20.4	15	14.9	5.3			4	20.4		15.0	5.3
GNYAR	1	20.5	15	13.9	2.1	SUDARNO	GNYAR	1	20.5	142.7	14.1	2.1
	2	20.5	15	19.9	3.5		GNYAR	2	20.5		20.1	3.8
AMPRA	1	20.5	14	7.4	3.5	A. GANDHI	AMPRA	1	20.5	141.3	7.4	3.5
	2	20.5	14	4.7	2.3		AMPRA	2	20.5		4.9	2.4
SANUR	1	20.5	15	17.7	2.8	OP. APD	SANUR	1	20.4		17.7	2.8
	2	20.2	15	12.0	2.1			2	20.2	144.0	12.0	2.5
	3	19.2	12	25.5	9.2			3	18.8		25.5	8.5
PSGRN	3	20.5	17	7.9	3.7	KARYAWAN	PSGRN	3	20.5		7.9	3.7
	4	20.5	14	31.2	13.3			4	20.5	141.7	31.2	13.3
	5	20.5	14	29.6	10.1			5	20.5		29.6	10.1
NSDUA	1	20.4	15	15.6	3.3	JOKO	NSDUA	1	20.4		15.7	3.5
	2	20.4	15	12.8	6.3			2	20.4	143.4	13.0	6.5
	3	19.1	19	17.5	5.8			3	19.1		17.5	5.8
PBIAN	1	19.2	11	28.1	10.1	GEDE S.	PBIAN	1	19.2		27.3	10.9
	2	-	-	-	-		PBIAN	2	-	142.0	-	-
PNGAN	1	20.2	12	11.7	2.7	SUDARSANA	PNGAN	1	20.1	144.2	11.7	2.7



BUS SECTION	90.7	25.6	454	A
-------------	------	------	-----	---

BSBS	PLTG : 1 - 2 - 3	74.1	33.8
	PLTD : 2-3-4-5-6-7-8	29.4	9.9

BSAS	PLTD : 10 - 11	18.5	8.0
	BSAS : Tr4-8, SANUR 1-2, PLTD 10-11		

ISLAND PSGRN				
pk.	f: 48.3 Hz		f: 48.1 Hz	
	Amp	MW	Amp	MW
19.00	3,300	98.7	2,208	66.0
20.00	3,213	96.1	2,155	64.4

Pembangkit BALI & SC	338.3	153.7
Total Transfer	34.0	-2.0
Capasitor / MSC	-	50.0
Distribusi BALI	372.3	153.7
DISPATCHER : PK. 19.00 ~ 21.00		
1	ACH. BUDHIMAN	
2	M. YUSUF	

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Unit	Dist	Kc	No	Data Pengantar			! Nom	Tap CT	Tap WT	R	X	B	R	X	B	Z act	Z base	Z pu	R pu	X pu	B pu	Days
Shunt	Dist	Shunt	Tap (V)	Unit (cm)	Jenis	(kV)	(kV)	Dist	Kc	Dist	Kc	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)
			(1)																			
			(2)																			

2. UPT Gresik

1	SHWANS	UDANES	1	150	3.770	NKF OFC	800 MM	960	2000	0		0.0338	0.1097	116.8000	0.1274	0.4135	440.3360	0.4326	0.0019	0.0006	0.0018	0.0991	
1	SHWANS	UDANES	2	150	3.770	NKF OFC	800 MM	960	2000	0		0.0338	0.1097	116.8000	0.1274	0.4135	440.3360	0.4326	0.0019	0.0006	0.0018	0.0991	
1	SHWANS	KPANCOS	1	150	4.050	NKF OFC	240 MM	400	2000	0		0.0870	0.1320	73.0000	0.3524	0.5345	255.6500	0.6403	0.0028	0.0016	0.0024	0.0665	
1	SHWANS	KPANCOS	2	150	4.050	NKF OFC	240 MM	400	2000	0		0.0870	0.1320	73.0000	0.3524	0.5346	255.6500	0.6403	0.0028	0.0016	0.0024	0.0665	
1	SHWANS	MBANIS	1	150	6.660	ACSR OSTRICH	330 MCM	366	2000	2000	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.6657	2.2737	16.2050	2.3682	0.0105	0.0030	0.0101	0.0036	
1	SHWANS	MBANIS	2	150	6.660	ACSR OSTRICH	330 MCM	366	2000	2000	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.6657	2.2737	16.2050	2.3682	0.0105	0.0030	0.0101	0.0036	
1	SHWANS	SRATIS	1	150	16.080	ACSR	2 x 340 mm²	1480	2000	2000		0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	SRATIS	2	150	16.080	ACSR	2 x 340 mm²	1480	2000	2000		0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	THDESS	1	150	3.200	ACSR	2 - 340 mm²	1480	2000	2000		0.0546	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	THDESS	2	150	3.200	ACSR	2 x 340 mm²	1480	2000	2000		0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	WARUS	1	150	10.730	ACSR	2 x 340 mm²	1480	2000	2000		0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	WARUS	2	150	10.730	ACSR	2 x 340 mm²	1480	2000	2000		0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	KARANIS	1	150	8.200	ACSR	240 mm²	645	1000	1000	1250	0.1370	0.3966	2.8600	1.1234	3.2521	23.6160	3.4407	0.0153	0.0030	0.0154	0.0088	
1	SHWANS	KARANIS	2	150	8.200	ACSR	240 mm²	645	1000	1000	1250	0.1370	0.3966	2.8600	1.1234	3.2521	23.6160	3.4407	0.0153	0.0030	0.0154	0.0088	
1	SHWANS	KARANIS	1	150	8.850	ACSR AW	330 mm²	740	500	500	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	KARANIS	2	150	8.850	ACSR AW	330 mm²	740	500	500	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	PERAKIS	1	150	8.850	ACSR AW	330 mm²	740	500	500	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	PERAKIS	2	150	8.850	ACSR AW	330 mm²	740	500	500	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	DEGANES	1	150	4.530	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	DEGANES	2	150	4.530	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	DEGANES	1	150	14.780	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	DEGANES	2	150	14.780	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.0972	3.5427	25.2491	3.6914	0.0164	0.0046	0.0157	0.0057	
1	SHWANS	SRATIS	1	150	13.780	ACSR	4 x 240 mm²	3892	3150	3150		0.0533	0.2581	4.3860	0.8710	3.5515	60.3514	3.6557	0.0163	0.0039	0.0158	0.0055	
1	SHWANS	SRATIS	2	150	13.780	ACSR	4 x 240 mm²	3892	3150	3150		0.0533	0.2581	4.3860	0.8710	3.5515	60.3514	3.6557	0.0163	0.0039	0.0158	0.0055	
1	SHWANS	SRATIS	1	150	13.780	ACSR AW	2 x 340 mm²	1480	1600	1600		0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	SRATIS	2	150	13.780	ACSR AW	2 x 340 mm²	1480	1600	1600		0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	
1	SHWANS	APMANIS	1	150	1.000	ACSR	2 x 340 mm²	1480	1600	1600	800	1250	0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147
1	SHWANS	APMANIS	2	150	1.000	ACSR	2 x 340 mm²	1480	1600	1600	800	1250	0.0566	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147
1	SHWANS	UDANES	1	150	28.200	TACSR	240 mm²	973	800	800	2000	2000	0.1370	0.3966	2.8600	3.6634	11.1559	81.2160	11.8059	0.0205	0.0172	0.0466	0.0183
1	SHWANS	UDANES	2	150	28.200	TACSR	240 mm²	973	800	800	2000	2000	0.1370	0.3966	2.8600	3.6634	11.1559	81.2160	11.8059	0.0205	0.0172	0.0466	0.0183
1	SHWANS	PRIMAS	1	150	3.000	TACSR DUCK	330 mm²	740	400	400	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.9376	3.2024	22.6240	3.3368	0.0146	0.0042	0.0142	0.0051
1	SHWANS	PRIMAS	2	150	3.000	TACSR DUCK	330 mm²	740	400	400	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.9376	3.2024	22.6240	3.3368	0.0146	0.0042	0.0142	0.0051
1	SHWANS	PRIMAS	1	150	8.000	TACSR DUCK	330 mm²	740	400	400	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.9376	3.2024	22.6240	3.3368	0.0146	0.0042	0.0142	0.0051
1	SHWANS	PRIMAS	2	150	8.000	TACSR DUCK	330 mm²	740	400	400	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.9376	3.2024	22.6240	3.3368	0.0146	0.0042	0.0142	0.0051
1	SHWANS	GRSIVS	1	150	3.900	ACSR	330 AW	740	1000	1000		0.1172	0.4003	2.8530	0.4571	1.5912	11.1267	1.6267	0.0072	0.0020	0.0069	0.0025	
1	SHWANS	GRSIVS	2	150	3.900	ACSR	330 AW	740	1000	1000		0.1172	0.4003	2.8530	0.4571	1.5912	11.1267	1.6267	0.0072	0.0020	0.0069	0.0025	
1	APMANIS	GRSIVS	1	150	4.930	ACSR	2 x 340 mm²	1480	2000	2000		0.0566	0.2815	4.0740	0.2889	1.3978	20.0848	1.4175	0.0063	0.0013	0.0062	0.0045	
1	APMANIS	GRSIVS	2	150	4.930	ACSR	2 x 340 mm²	1480	2000	2000		0.0566	0.2815	4.0740	0.2889	1.3978	20.0848	1.4175	0.0063	0.0013	0.0062	0.0045	
1	APMANIS	SRATIS	1	150	17.970	ACSR	2 x 340 mm²	1480	1600	1600	1250	1600	0.0566	0.2815	4.0740	1.0530	6.0566	73.2066	6.1670	0.0230	0.0047	0.0223	0.0165
1	APMANIS	SRATIS	2	150	17.970	ACSR	2 x 340 mm²	1480	1600	1600	1250	1600	0.0566	0.2815	4.0740	1.0530	6.0566	73.2066	6.1670	0.0230	0.0047	0.0223	0.0165
1	DEGRANS	WARUS	1	150	10.670	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.2505	4.2712	30.4415	4.4505	0.0166	0.0046	0.0180	0.0069
1	DEGRANS	WARUS	2	150	10.670	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.2505	4.2712	30.4415	4.4505	0.0166	0.0046	0.0180	0.0069
1	DEGRANS	WARUS	1	150	10.670	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.2505	4.2712	30.4415	4.4505	0.0166	0.0046	0.0180	0.0069
1	DEGRANS	WARUS	2	150	10.670	ACSR	340 mm²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.2505	4.2712	30.4415	4.4505	0.0166	0.0046	0.0180	0.0069
1	UDANES	BARATS	1	150	21.000	TACSR	240 mm²	973	1600	1600	1250	1250	0.1370	0.3966	2.8600	2.6770	6.3076	60.4600	6.7917	0.0361	0.0128	0.0389	0.0136

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sifat	Duri	Ke	No. Sifat	Data Penghantar		I Non (Amp)	Tap CT Duri	Ke	Tap WT Duri	R (Ohm/m)	X (Ohm/m)	B (MVA/m)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Tag (V)	Jarak (m)																	
				(1)	(2)					(3)	(4)	(5)	$R = (R_1 + R_2) \times 10^{-3}$	$X = (X_1 + X_2) \times 10^{-3}$	$B = (B_1 + B_2) \times 10^{-3}$	$Z_{act} = \sqrt{R^2 + X^2}$	$Z_{base} = \frac{V^2}{S}$	$Z_{pu} = \frac{Z_{act}}{Z_{base}}$	$R_{pu} = \frac{R}{Z_{base}}$	$X_{pu} = \frac{X}{Z_{base}}$	$B_{pu} = \frac{B}{Z_{base}}$	$Daya = \frac{V^2}{Z_{act}}$

2. UPT Grealk

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Rencana

Jml SBR	Dati	Ke	No. Sifat	Data Papan		1 Nom (Amp)	Tap CT Dati	Ke	Tap WT Dati	R (Ohm/m)	X (Ohm/m)	B (MVA/m)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Days (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (km)																	
				(1)	(2)					(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)

3. UPT Mojokerto

1	KRUM	GRATIT	1	500	70.900	GANNET	392.84	2770	2000	2000	0.0251	0.2808	4.0460	1.7796	19.9087	289.0741	19.9881	2.500.000	0.0080	0.0007	0.0080	0.0058	2.398.82
1	KRUM	GRATIT	2	500	70.900	GANNET	392.84	2770	2000	2000	0.0251	0.2808	4.0460	1.7796	19.9087	289.0741	19.9881	2.500.000	0.0080	0.0007	0.0080	0.0058	2.398.82
1	KRUM	UNGRAT	1	500	121.800	GANNET	327.94	2076	2000	2000	0.0293	0.2815	4.0320	3.5687	34.2687	491.0976	34.4719	2.500.000	0.0136	0.0014	0.0137	0.0099	1.799.55
1	KRUM	UNGRAT	2	500	121.800	GANNET	327.94	2076	2000	2000	0.0293	0.2815	4.0320	3.5687	34.2687	491.0976	34.4719	2.500.000	0.0136	0.0014	0.0137	0.0099	1.799.55
1	KRUM	GRSMK7	1	500	23.000	GANNET	327.94	2076	2000	2000	0.0293	0.2815	4.0320	0.6739	6.4745	92.7360	6.5095	2.500.000	0.0026	0.0003	0.0026	0.0019	1.799.55
1	KRUM	GRSMK7	2	500	23.000	GANNET	327.94	2076	2000	2000	0.0293	0.2815	4.0320	0.6739	6.4745	92.7360	6.5095	2.500.000	0.0026	0.0003	0.0026	0.0019	1.799.55
1	SRBATS	KJLM6	1	150	7.590	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4448	5.7820	30.9217	2.1824	225.000	0.0097	0.0020	0.0095	0.0070	394.5040
1	SRBATS	CERNES	1	150	20.540	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4448	5.7820	30.9217	2.1824	225.000	0.0097	0.0020	0.0095	0.0070	394.5040
1	SRBATS	APRMA5	1	150	7.200	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4219	2.0268	29.3326	5.9060	225.000	0.0092	0.0053	0.0257	0.0086	394.5040
1	SRBATS	APRMA5	2	150	7.200	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4219	2.0268	29.3326	5.9060	225.000	0.0092	0.0053	0.0257	0.0086	394.5040
1	SRBATS	APRMA5	1	150	14.780	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4219	2.0268	29.3326	2.0702	225.000	0.0092	0.0019	0.0090	0.0086	394.5040
1	SRBATS	APRMA5	2	150	14.780	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4219	2.0268	29.3326	2.0702	225.000	0.0092	0.0019	0.0090	0.0086	394.5040
1	SRBATS	INDESS	1	150	14.780	ACSR	340 mm ²	1480	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.7322	5.9164	42.1673	6.1848	225.000	0.0274	0.0077	0.0283	0.0085	192.2520
1	SRBATS	INDESS	2	150	14.780	ACSR	340 mm ²	1480	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.7322	5.9164	42.1673	6.1848	225.000	0.0274	0.0077	0.0283	0.0085	192.2520
1	SRBATS	KRPLG5	1	150	6.846	ACSR AW	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4012	1.9271	27.8906	1.9655	225.000	0.0087	0.0018	0.0086	0.0063	394.5040
1	SRBATS	KRPLG5	2	150	6.846	ACSR AW	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4012	1.9271	27.8906	1.9655	225.000	0.0087	0.0018	0.0086	0.0063	394.5040
1	SRBATS	SWYHANS	1	150	16.080	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	2000	0.0568	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	225.000	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	394.5040
1	SRBATS	SWYHANS	2	150	16.080	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	2000	0.0568	0.2815	4.0740	0.9423	4.5265	65.5099	4.6236	225.000	0.0205	0.0042	0.0201	0.0147	394.5040
1	SRBATS	SKTH5	1	150	24.050	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	1.4093	6.7701	97.9797	6.9152	225.000	0.0307	0.0083	0.0301	0.0220	394.5040
1	SRBATS	SKTH5	2	150	24.050	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	1.4093	6.7701	97.9797	6.9152	225.000	0.0307	0.0083	0.0301	0.0220	394.5040
1	SRBATS	BLBDO5	1	150	11.890	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	2000	0.0568	0.2815	4.0740	0.6968	3.9470	48.4399	3.4188	225.000	0.0152	0.0031	0.0149	0.0109	394.5040
1	SRBATS	BLBDO5	2	150	11.890	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	2000	0.0568	0.2815	4.0740	0.6968	3.9470	48.4399	3.4188	225.000	0.0152	0.0031	0.0149	0.0109	394.5040
1	SRBATS	BDAN5	1	150	10.404	ACSR	330 mm ²	1480	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.2193	4.1847	28.6826	4.3396	225.000	0.0195	0.0054	0.0185	0.0087	192.2520
1	SRBATS	BDAN5	2	150	10.404	ACSR AW	330 mm ²	1480	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	1.2193	4.1847	28.6826	4.3396	225.000	0.0195	0.0054	0.0185	0.0087	192.2520
1	SRBATS	WARU5	1	150	10.740	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0.0568	0.2815	4.0740	0.6212	2.1216	15.1208	2.2107	225.000	0.0098	0.0028	0.0094	0.0086	394.5040
1	SRBATS	WARU5	2	150	10.740	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0.0568	0.2815	4.0740	0.6212	2.1216	15.1208	2.2107	225.000	0.0098	0.0028	0.0094	0.0086	394.5040
1	SRBATS	SRBATS	1	150	6.846	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.6294	3.0233	43.7548	3.0881	225.000	0.0137	0.0028	0.0134	0.0098	394.5040
1	SRBATS	SRBATS	2	150	6.846	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.6294	3.0233	43.7548	3.0881	225.000	0.0137	0.0028	0.0134	0.0098	394.5040
1	SRBATS	SRBATS	1	150	6.846	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4012	1.9271	27.8906	1.9655	225.000	0.0087	0.0018	0.0086	0.0063	394.5040
1	SRBATS	SRBATS	2	150	6.846	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4012	1.9271	27.8906	1.9655	225.000	0.0087	0.0018	0.0086	0.0063	394.5040
1	SRBATS	BDAN5	1	150	13.200	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4012	1.9271	27.8906	1.9655	225.000	0.0245	0.0089	0.0235	0.0085	192.2520
1	SRBATS	BDAN5	2	150	13.200	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.4012	1.9271	27.8906	1.9655	225.000	0.0245	0.0089	0.0235	0.0085	192.2520
1	SRBATS	CERNES	1	150	23.300	ACSR	240 mm ²	1480	1600	1600	0.1370	0.3986	2.8600	1.3654	6.5590	94.5242	6.6096	225.000	0.0296	0.0081	0.0292	0.0214	394.5040
1	SRBATS	CERNES	2	150	23.300	ACSR	240 mm ²	1480	1600	1600	0.1370	0.3986	2.8600	1.3654	6.5590	94.5242	6.6096	225.000	0.0296	0.0081	0.0292	0.0214	394.5040
1	SRBATS	NGOROS	1	150	21.700	ACSR	240 mm ²	1480	1600	1600	0.1370	0.3986	2.8600	2.9729	8.6062	62.4890	8.1062	225.000	0.0405	0.0142	0.0392	0.0141	192.2520
1	SRBATS	NGOROS	2	150	21.700	ACSR	240 mm ²	1480	1600	1600	0.1370	0.3986	2.8600	2.9729	8.6062	62.4890	8.1062	225.000	0.0405	0.0142	0.0392	0.0141	192.2520
1	SRBATS	MAJANG	1	150	21.000	ACSR AW	330 mm ²	1480	1600	2000	0.1172	0.4003	2.8530	2.4612	8.4053	59.9130	8.7592	225.000	0.0389	0.0109	0.0374	0.0135	192.2520
1	SRBATS	MAJANG	2	150	21.000	ACSR AW	330 mm ²	1480	1600	2000	0.1172	0.4003	2.8530	2.4612	8.4053	59.9130	8.7592	225.000	0.0389	0.0109	0.0374	0.0135	192.2520
1	SRBATS	BLBDO5	1	150	6.800	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.3688	1.8578	28.8884	1.8877	225.000	0.0084	0.0017	0.0083	0.0061	394.5040
1	SRBATS	BLBDO5	2	150	6.800	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0.0568	0.2815	4.0740	0.3688	1.8578	28.8884	1.8877	225.000	0.0084	0.0017	0.0083	0.0061	394.5040
1	SRBATS	SRBATS	1	150	24.050	ACSR AW	330 mm ²	1480	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	2.4028	8.2062	58.4865	8.5506	225.000	0.0390	0.0107	0.0395	0.0132	192.2520
1	SRBATS	SRBATS	2	150	24.050	ACSR AW	330 mm ²	1480	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	2.4028	8.2062	58.4865	8.5506	225.000	0.0390	0.0107	0.0395	0.0132	192.2520
1	SRBATS	SKTH5	1	150	21.000	ACSR AW	330 mm ²	1480	1600	2000	0.1172	0.4003	2.8530	2.4612	8.4053	59.9130	8.7592	225.000	0.0389	0.0109	0.0374	0.0135	192.2520
1	SRBATS	SKTH5	2	150	21.000	ACSR AW	330 mm ²	1480	1600	2000	0.1172	0.4003	2.8530	2.4612	8.4053	59.9130	8.7592	225.000	0.0389	0.0109	0.0374	0.0135	192.2520

Jenis Struktur	Detail	Kode	No. Struktur	Data Pengantar		Jenis	1 Item (m)	Tap CT Detail	Ke	Tap VT Detail	Ke	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z _{act} (Ohm)	Z _{base} (Ohm)	Z _{pu} (Ohm)	R _{pu} (Ohm)	X _{pu} (Ohm)	B _{pu} (Ohm)	Daya (MVA)
				Tag (V)	Jarak (m)																			
				(1)		(2)						(3)	(4)	(5)	(6) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2$	(7) $(Z_{act})^2 - (B_{act})^2$	(8) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$	(9) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$	(10) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$	(11) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$	(12) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$	(13) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$	(14) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$	(15) $(Z_{act})^2 - (X_{act})^2 - (B_{act})^2$

3. UPT Mojokerto

1	DRYJOD	MWJCHM	1	70	0.750	TACSR	187.5 mm ²	396	400	800	600	0.2180	0.3869	2.9650	0.1635	0.2654	2.2170	0.3324	49.0000	0.0068	0.0033	0.0059	0.0001	48.0110
1	DRYJOD	TARJKA	1	70	17.900	TACSR	187.5 mm ²	396	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9650	3.9022	6.907	52.9124	7.3936	49.0000	0.1619	0.0796	0.1410	0.0026	48.0110
1	MWJCHM	TARJKA	1	70	18.650	ACSR	187.5 mm ²	396	400	800	400	0.2180	0.3869	2.9650	4.0657	7.1970	55.1294	8.2650	49.0000	0.1697	0.0830	0.1469	0.0027	48.0110
1	SKTHA	ALMTJOD	1	70	6.700	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9650	1.4573	2.9396	19.8062	2.9749	49.0000	0.0607	0.0297	0.0529	0.0010	48.0110
1	SKTHA	ALMTJOD	2	70	6.700	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9650	1.4573	2.9396	19.8062	2.9749	49.0000	0.0607	0.0297	0.0529	0.0010	48.0110
1	SKTHA	KTSJMOD	2	70	29.600	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	600	600	0.2175	0.3871	2.9650	6.4380	11.4582	87.4976	13.1430	49.0000	0.2682	0.1314	0.2338	0.0043	48.0110
1	SKTHA	KTSJMOD	2	70	29.600	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9650	6.4380	11.4582	87.4976	13.1430	49.0000	0.2682	0.1314	0.2338	0.0043	48.0110
1	SKTHA	MDJLJAM	1	70	49.600	ACSR PIGEON	300 MCM	396	400	400	800	0.3866	0.3594	3.2020	19.2527	17.8483	159.4596	26.2532	49.0000	0.5358	0.3329	0.3643	0.0078	48.0110
1	SKTHA	MDJLJAM	1	70	49.600	ACSR PIGEON	300 MCM	396	400	400	800	0.3866	0.3594	3.2020	19.2527	17.8483	159.4596	26.2532	49.0000	0.5358	0.3329	0.3643	0.0078	48.0110
1	SKTHA	MDJLJAM	1	70	49.600	ACSR PIGEON	300 MCM	396	400	400	800	0.3866	0.3594	3.2020	19.2527	17.8483	159.4596	26.2532	49.0000	0.5358	0.3329	0.3643	0.0078	48.0110
1	SKTHA	TARJKA	1	70	4.040	ACSR	300 MCM	396	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9650	0.6787	1.5539	11.9422	1.7938	49.0000	0.0366	0.0179	0.0319	0.0006	48.0110
1	SKTHA	TARJKA	2	70	4.040	ACSR	300 MCM	396	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9650	0.6787	1.5539	11.9422	1.7938	49.0000	0.0366	0.0179	0.0319	0.0006	48.0110
1	SKTHA	CHJLJAM	2	70	4.440	TACSR	180 MCM	734	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9650	0.9679	1.7134	13.1246	1.9679	49.0000	0.0402	0.0198	0.0350	0.0006	48.0110
1	SKTHA	CHJLJAM	2	70	4.440	TACSR	180 MCM	734	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9650	0.9679	1.7134	13.1246	1.9679	49.0000	0.0402	0.0198	0.0350	0.0006	48.0110
1	TARJKA	MDJLJAM	1	70	7.500	ACSR	187.5 mm ²	396	400	800	400	0.2180	0.3869	2.9650	1.6350	2.8943	22.1700	3.3241	49.0000	0.0578	0.0334	0.0591	0.0011	48.0110
1	TARJKA	MDJLJAM	1	70	17.900	TACSR	187.5 mm ²	396	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9650	3.9022	6.907	52.9124	7.3936	49.0000	0.1619	0.0796	0.1410	0.0026	48.0110
1	TARJKA	MDJLJAM	1	70	6.900	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	600	0.2175	0.3871	2.9650	1.5008	2.6710	20.3664	3.0637	49.0000	0.0525	0.0306	0.0545	0.0010	48.0110
1	TARJKA	MDJLJAM	2	70	6.900	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	600	0.2175	0.3871	2.9650	1.5008	2.6710	20.3664	3.0637	49.0000	0.0525	0.0306	0.0545	0.0010	48.0110
Pembelian Jarak																								
1	MDJLJAM	MDJLJAM	1	70	6.300	ACSR PIGEON	300 AWG	396	400	800	400	0.3866	0.3594	3.2020	2.4396	2.2579	20.1726	3.3212	49.0000	0.0678	0.0487	0.0461	0.0010	48.0110
1	MDJLJAM	T.42	1	70	28.710	ACSR PIGEON	300 AWG	396	400	800	400	0.3866	0.3594	3.2020	11.0983	10.2867	91.8294	15.1351	49.0000	0.3089	0.2265	0.2100	0.0045	48.0110
1	MDJLJAM	ATJKA	1	70	18.000	ACSR PIGEON	300 AWG	396	400	800	400	0.3866	0.3594	3.2020	6.6588	6.4512	57.6390	9.4891	49.0000	0.1837	0.1420	0.1317	0.0028	48.0110
1	ATJKA	T.42	1	70	10.710	ACSR PIGEON	300 AWG	396	400	800	400	0.3866	0.3594	3.2020	4.1405	3.8385	34.2334	5.6460	49.0000	0.1152	0.0845	0.0783	0.0017	48.0110

Jml Skrut	Dati	Ka	No Skrut	Tag (kV)	Jarak (km)	Data Pengantar		1 Mon (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z set (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Duga (MVA)
						Jenis			Dati	Ka	Dati	Ka													
				(1)	(2)								(3)	(4)	(5)	$(6)=(2)(3)$	$(7)=(2)(4)$	$(8)=(2)(5)$	$(9)=\text{akar} [(6)^2+(7)^2]$	$(10)=(13)/100$	$(11)=(9)(10)$	$(12)=(6)(10)$	$(13)=(7)(10)$	$(14)=(9)(XV^2)/0,1975$	$(15)=(11)d(A) \times 1,732/1000$

4. UPT Madura

1	GLMERS	BRUNAS	1	150	16.340	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.2366	6.4804	47.0592	6.8552	225.0000	0.0305	0.0099	0.0288	0.0106	167.5710
1	GLMERS	BRUNAS	2	150	16.340	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.2366	6.4804	47.0592	6.8552	225.0000	0.0305	0.0099	0.0288	0.0106	167.5710
1	GLMERS	GRSIS	1	150	2.700	ACSR HAWK 240 MCM	645	2000	2000			0.1370	0.3966	2.8800	0.3659	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.5710
1	GLMERS	GRSIS	1	150	4.040	OFC	462	2000	2000			0.0826	0.1270	80.0000	0.3397	0.5131	323.2000	0.6121	225.0000	0.0027	0.0015	0.0023	0.0027	120.0276
1	GLMERS	GRSIS	2	150	2.700	ACSR HAWK 240 MCM	645	2000	2000			0.1370	0.3966	2.8800	0.3659	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.5710
1	GLMERS	GRSIS	2	150	4.040	OFC	462	2000	2000			0.0826	0.1270	80.0000	0.3397	0.5131	323.2000	0.6121	225.0000	0.0027	0.0015	0.0023	0.0017	120.0276
1	BRUNAS	GLMERS	1	150	16.000	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.1920	6.3466	46.0800	6.7135	225.0000	0.0298	0.0097	0.0282	0.0104	167.5710
1	BRUNAS	GLMERS	2	150	16.000	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.1920	6.3466	46.0800	6.7135	225.0000	0.0298	0.0097	0.0282	0.0104	167.5710
1	BRUNAS	GLMERS	1	150	47.700	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	6.5349	18.9178	137.3760	20.0147	225.0000	0.0880	0.0280	0.0841	0.0309	167.5710
1	BRUNAS	GLMERS	1	150	26.455	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	1250	0.1370	0.3966	2.8800	3.6243	10.4921	76.1904	11.1004	225.0000	0.0493	0.0161	0.0466	0.0171	167.5710
1	BRUNAS	GLMERS	1	150	45.788	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	1250	0.1370	0.3966	2.8800	6.2730	18.1595	131.8694	19.2124	225.0000	0.0654	0.0219	0.0607	0.0237	167.5710
1	BRUNAS	GLMERS	1	150	25.744	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	1250	0.1370	0.3966	2.8800	3.5269	10.2101	74.1427	10.8021	225.0000	0.0480	0.0157	0.0464	0.0167	167.5710
Pengembangan Proyek																								
1	BRUNAS	SHINER4	1	150	115.943	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	16.4322	47.5694	345.4358	50.3276	225.0000	0.2237	0.0730	0.2114	0.0777	167.5710
1	BRUNAS	PAKUNA	1	150	99.756	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	13.6666	39.5632	287.2973	41.8572	225.0000	0.1960	0.0607	0.1759	0.0647	167.5710

Jml Siswa	Darl	Ka	No. Siswa	Data _ Pengantar			I Nom (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (M/S/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z acd (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Days (MVA)
				Tag (kV)	Jarak (Km)	Jenis		Darl	Ka	Darl	Ka													
			(1)		(2)							(3)	(4)	(5)	(6)=(2)x(3)	(7)=(2)x(4)	(8)=(2)x(5)	(9)=color (6) ² +(7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(6)/(10)	(12)=(6)x(10)	(13)=(7)/(10)	(14)=(9)(MVA) ³ /0,1975	(15)=(1)x(A)x(1,732/1000

5. UPT Malang

1	KBAGN5	LWANG5	1	150	25.805	ACSR AW	330 mm ²	740	800	1000	800	1250	0.1172	0.4003	2.6530	3.0243	10.3297	73.6217	10.7634	225.0000	0.0478	0.0134	0.0459	0.0166	192.2520	
1	KBAGN5	LWANG5	2	150	25.805	ACSR AW	330 mm ²	740	800	1000	800	1250	0.1172	0.4003	2.6530	3.0243	10.3297	73.6217	10.7634	225.0000	0.0478	0.0134	0.0459	0.0166	192.2520	
1	KBAGN5	SKLING5	1	150	15.100	ACSR HWK	477 MCM	600	900	1000	1250	1250	0.1370	0.3965	2.6530	2.0657	5.9867	43.4860	6.3359	225.0000	0.0282	0.0092	0.0266	0.0098	155.8800	
1	KBAGN5	SKLING5	2	150	15.100	ACSR HWK	477 MCM	600	900	1000	1250	1250	0.1370	0.3965	2.6530	2.0657	5.9867	43.4860	6.3359	225.0000	0.0282	0.0092	0.0266	0.0098	155.8800	
1	KBAGN5	PAKISS	1	150	12.900	ACSR ZEBRAHWK	2 x 435 mm ²	1600	2000	2000	2000	2000	0.0367	0.2607	4.0230	0.6962	3.8210	51.8607	3.6553	225.0000	0.0162	0.0022	0.0161	0.0117	415.6800	
1	KBAGN5	PAKISS	2	150	12.900	ACSR ZEBRAHWK	2 x 435 mm ²	1600	2000	2000	2000	2000	0.0367	0.2607	4.0230	0.6962	3.8210	51.8607	3.6553	225.0000	0.0162	0.0022	0.0161	0.0117	415.6800	
1	KBAGN5	STAMIS	1	150	27.950	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	600	600	0.1172	0.4003	2.6530	3.2757	11.1884	79.7414	11.6581	225.0000	0.0518	0.0146	0.0487	0.0178	192.2520	
1	KBAGN5	STAMIS	2	150	27.950	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	600	600	0.1172	0.4003	2.6530	3.2757	11.1884	79.7414	11.6581	225.0000	0.0518	0.0146	0.0487	0.0178	192.2520	
1	STAMIS	WILNG5	1	150	23.800	ACSR	160 mm ²	435	300	300	600	600	0.2135	0.4090	2.7650	5.0410	9.8288	65.2716	10.8655	225.0000	0.0483	0.0224	0.0428	0.0147	113.0130	
1	LWANG5	BNGI5	1	150	34.680	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250	1600	0.1172	0.4003	2.6530	4.0545	13.8824	98.9420	14.4652	225.0000	0.0543	0.0181	0.0617	0.0223	192.2520	
1	LWANG5	BNGI5	2	150	34.680	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250	1600	0.1172	0.4003	2.6530	4.0545	13.8824	98.9420	14.4652	225.0000	0.0543	0.0181	0.0617	0.0223	192.2520	
1	PMAK55	BNGI5	1	150	20.310	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.6530	2.4507	8.3703	59.6562	8.7716	225.0000	0.0368	0.0109	0.0372	0.0154	192.2520	
1	PMAK55	BNGI5	2	150	20.310	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.6530	2.4507	8.3703	59.6562	8.7716	225.0000	0.0368	0.0109	0.0372	0.0154	192.2520	
1	KBAGN4	PLHNA	1	70	11.425	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.6560	2.4849	4.4226	33.7723	5.0729	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0017	53.3456	
1	KBAGN4	PLHNA	2	70	11.425	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.6560	2.4849	4.4226	33.7723	5.0729	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0017	53.3456	
1	KBAGN4	GENNA	1	70	11.425	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.6560	2.4849	4.4226	33.7723	5.0729	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0017	53.3456	
1	KBAGN4	GENNA	2	70	11.425	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.6560	2.4849	4.4226	33.7723	5.0729	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0017	53.3456	
1	SCRULH4	GENNA	1	70	22.775	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	630	0.2175	0.3871	2.6560	4.5365	8.8162	10.4982	80.1657	12.0418	49.0000	0.2458	0.1204	0.2142	0.0039	53.3456
1	SCRULH4	GENNA	2	70	22.775	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	630	0.2175	0.3871	2.6560	4.5365	8.8162	10.4982	80.1657	12.0418	49.0000	0.2458	0.1204	0.2142	0.0039	53.3456
1	SCRULH4	GENNA	1	70	1.345	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.6560	4.5365	8.8162	10.4982	80.1657	12.0418	49.0000	0.2458	0.1204	0.2142	0.0039	53.3456
1	SCRULH4	GENNA	2	70	1.345	ACSR OSTRIKH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.6560	4.5365	8.8162	10.4982	80.1657	12.0418	49.0000	0.2458	0.1204	0.2142	0.0039	53.3456
1	SCRULH4	KTTES4	1	70	12.772	ACSR PIGEON	300 MCM	300	300	300	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.5377	4.5775	40.8659	6.7330	49.0000	0.1374	0.1008	0.0934	0.0020	36.3720	
1	SCRULH4	KTTES4	2	70	12.772	ACSR PIGEON	300 MCM	300	300	300	800	100	0.3865	0.3584	3.2020	4.5377	4.5775	40.8659	6.7330	49.0000	0.1374	0.1008	0.0934	0.0020	36.3720	
1	SCRULH4	KTTES4	1	70	12.772	ACSR PIGEON	300 MCM	300	300	300	800	100	0.3865	0.3584	3.2020	4.5377	4.5775	40.8659	6.7330	49.0000	0.1374	0.1008	0.0934	0.0020	36.3720	
1	SCRULH4	KTTES4	2	70	12.772	ACSR PIGEON	300 MCM	300	300	300	800	100	0.3865	0.3584	3.2020	4.5377	4.5775	40.8659	6.7330	49.0000	0.1374	0.1008	0.0934	0.0020	36.3720	
1	BLBNG4	SKLING+	1	70	9.500	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	630	600	0.3865	0.3584	3.2020	3.6727	3.4048	30.4180	5.0081	49.0000	0.1022	0.0750	0.0695	0.0015	36.3720	
1	BLBNG4	SKLING+	2	70	9.500	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	630	600	0.3865	0.3584	3.2020	3.6727	3.4048	30.4180	5.0081	49.0000	0.1022	0.0750	0.0695	0.0015	36.3720	
1	BLBNG4	BNGI4	1	70	40.000	ACSR PIGEON	300 MCM	300	200	200	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	15.4640	14.3360	128.0800	21.0869	49.0000	0.4303	0.3156	0.2926	0.0063	36.3720	
1	BLBNG4	BNGI4	2	70	40.000	ACSR PIGEON	300 MCM	300	200	200	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	15.4640	14.3360	128.0800	21.0869	49.0000	0.4303	0.3156	0.2926	0.0063	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3584	3.2020	4.7095	4.3660	38.0068	6.4220	49.0000	0.1311	0.0861	0.0891	0.0019	36.3720	
1	PLHNA	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3865	0.3												

Jml Sirkuit	Dati	Isi	No. Sirkuit	Data Pengantar		I Nom (Amp)	Tap QT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (M/S/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Days (MVA)
				Tag (kV)	Jarak (km)		Dati	Ya													
				(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)

5. UPT Malang

1	T-SKRJO	BLENG4	1	70	18.900	ACSR, PIGEON	30 AWG	310	400	400		0.3866	0.3584	3.2020	7.3067	6.7738	60.5178	9.9635	49.0000	0.2033	0.1491	0.1382	0.0030	37.5844
Konfigurasi atak																								
1	KBAGNA	T.76	1	70	10.740	ACSR, OSTRICH	300 MCM	440	300	400	800	0.2175	0.3871	2.9560	2.3360	4.1575	31.7474	4.7688	49.0000	0.0673	0.0477	0.0848	0.0016	53.3456
1	SGRUHA	T.76	1	70	15.035	ACSR, OSTRICH	300 MCM	440	400	600	630	0.2175	0.3871	2.9560	3.2701	5.8200	44.4435	6.6758	49.0000	0.1362	0.0667	0.1188	0.0022	53.3456
1	GPQANA	T.76	1	70	16.380	ACSR, OSTRICH	300 MCM	440	300	300	800	0.2175	0.3871	2.9560	3.5627	6.3407	48.4193	7.2730	49.0000	0.1484	0.0727	0.1294	0.0024	53.3456
1	TURENA	T.76	1	70	10.100	ACSR, OSTRICH	300 MCM	440	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	2.1968	3.9097	29.8556	4.4846	49.0000	0.0915	0.0448	0.0798	0.0015	53.3456
1	TURENA	T.76	2	70	10.100	ACSR, OSTRICH	300 MCM	440	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	2.1968	3.9097	29.8556	4.4846	49.0000	0.0915	0.0448	0.0798	0.0015	53.3456
Perubahan Jarak																								
1	BLENG4	T.42	1	70	9.490	ACSR, PIGEON	30 AWG	300	400	400	630	0.3866	0.3584	3.2020	3.6688	3.4012	30.3870	5.0029	49.0000	0.1021	0.0749	0.0694	0.0015	36.3720
1	T.42	SKLNG4	1	70	0.010	ACSR, PIGEON	30 AWG	300	400	400	630	0.3866	0.3584	3.2020	0.0039	0.0036	0.0030	0.0053	49.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	36.3720
Rekonfigurasi Dana APLN																								
1	PIERS	PAKISS	1	150	55.000	ACSR, ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	2.1285	15.4385	221.2650	15.5845	225.0000	0.0693	0.0095	0.0886	0.0488	420.8760
1	PIERS	PAKISS	2	150	55.000	ACSR, ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	2.1285	15.4385	221.2650	15.5845	225.0000	0.0693	0.0095	0.0886	0.0488	420.8760
1	PIERS	BLENG5	1	150	62.750	ACSR, ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	2.4284	17.6139	252.4433	17.7805	225.0000	0.0790	0.0108	0.0783	0.0588	420.8760
1	PAKISS	BLENG5	1	150	9.750	ACSR, ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	0.3773	2.7368	39.2243	2.7627	225.0000	0.0123	0.0017	0.0122	0.0068	420.8760
1	KBAGNS	PLHANS	1	150	14.015	ACSR, ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	0.5424	3.9340	56.3823	3.9712	225.0000	0.0176	0.0024	0.0175	0.0127	420.8760
1	PAKISS	PLHANS	1	150	7.115	ACSR, ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	0.2754	1.9972	28.6236	2.0161	225.0000	0.0060	0.0012	0.0089	0.0064	420.8760

Jml Sifat	Def	Ko	No. Sifat	Date Pengantar		Jenis	I Hom (Amp)	Tap CT Def	Kg	Tap WT Def	Kg	R (Ohm/m)	X (Ohm/m)	B (MVA/m)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z ind (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Days (MVA)
				Tag (A)	Jarak (km)																			
				(1)	(2)							(3)	(4)	(5)	(6) $\rightarrow(2) \cdot (3)$	(7) $\rightarrow(2) \cdot (4)$	(8) $\rightarrow(2) \cdot (5)$	(9) $\rightarrow(2) \cdot (6)$	(10) $\rightarrow(3) \cdot (7) \cdot 100$	(11) $\rightarrow(3) \cdot (8)$	(12) $\rightarrow(3) \cdot (9)$	(13) $\rightarrow(4) \cdot (7)$	(14) $\rightarrow(5) \cdot (8) \cdot 10^3$	(15) $\rightarrow(1) \cdot (A) \cdot 1,732 \cdot 1000$

7. UPT Jember

1	PBLG05	LIANGS	1	150	51.692	ACSR DOVE	330 mm ²	740	600	500	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	6.0583	20.6923	147.4773	21.5510	225.0000	0.0956	0.0269	0.0920	0.0332	182.2520
1	PBLG05	LIANGS	2	150	51.692	ACSR DOVE	330 mm ²	740	600	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	6.0583	20.6923	147.4773	21.5510	225.0000	0.0956	0.0269	0.0920	0.0332	182.2520
1	LIANGS	TIGULS	1	150	32.880	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	7.0541	24.2342	91.6242	13.3807	225.0000	0.0685	0.0167	0.0371	0.0206	182.2520
1	LIANGS	JABERS	1	150	60.330	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	7.0541	24.2342	91.6242	13.3807	225.0000	0.0685	0.0167	0.0371	0.0206	182.2520
1	TIGULS	JABERS	1	150	28.450	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	3.3343	11.3855	81.1679	11.8655	225.0000	0.0527	0.0146	0.0506	0.0163	182.2520
1	JABERS	BNWGS	1	150	82.555	ACSR AW	330 mm ²	740	600	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	9.6801	33.0528	235.6435	34.4507	225.0000	0.1531	0.0430	0.1469	0.0530	182.2520
1	JABERS	GTEWGS	1	150	64.708	ACSR AW	330 mm ²	740	800	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	7.5835	25.9035	184.6119	26.5900	225.0000	0.1200	0.0337	0.1151	0.0415	182.2520
1	BNWGS	JABERS	1	150	39.682	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1500	1500	0.1172	0.4003	2.8530	4.6484	15.8767	113.1557	16.5432	225.0000	0.0735	0.0207	0.0706	0.0255	182.2520
1	BNWGS	PITONS	2	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	4.6484	15.8767	113.1557	16.5432	225.0000	0.0735	0.0207	0.0706	0.0255	182.2520
1	STBDO5	PITONS	2	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	21.4525	15.5500	222.6573	26.5015	225.0000	0.1178	0.0553	0.0562	0.0502	420.8760
1	STBDO5	BNWGS	1	150	34.785	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1500	1500	0.1172	0.4003	2.8530	4.0789	13.9248	99.2445	14.5094	225.0000	0.0645	0.0181	0.0619	0.0223	182.2520
1	STBDO5	BNWGS	2	150	34.785	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1500	1500	0.1172	0.4003	2.8530	4.0789	13.9248	99.2445	14.5094	225.0000	0.0645	0.0181	0.0619	0.0223	182.2520
1	STBDO5	BNWGS	2	150	74.200	ACSR DOVE	2 x 340 mm ²	1200	800	800	1600	1600	0.0565	0.2815	4.0740	4.3481	20.8673	302.2908	21.3351	225.0000	0.0946	0.0183	0.0928	0.0580	311.7500
1	STBDO5	BNWGS	2	150	74.200	ACSR DOVE	2 x 340 mm ²	1200	800	800	1600	1600	0.0565	0.2815	4.0740	4.3481	20.8673	302.2908	21.3351	225.0000	0.0946	0.0183	0.0928	0.0580	311.7500
1	GTEWGS	BNWGS	1	150	33.550	ACSR DOVE	330 mm ²	740	1000	600	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	3.9789	13.5902	96.6594	14.1907	225.0000	0.0629	0.0149	0.0604	0.0218	182.2520
1	BNWGS	KTPNGS	1	150	7.590	ACSR HAWK	477 MM	655	600	800			0.1370	0.3995	2.8800	1.0945	3.1688	23.0112	3.3525	225.0000	0.0149	0.0049	0.0141	0.0052	170.1690
1	BNWGS	KTP-GLM	1 (11)	150	4.471	SUBMARINE CABLE	330 mm ²	455	600	800			0.0870	0.1310	73.0000	0.3890	0.5657	326.3530	0.7031	225.0000	0.0031	0.0017	0.0026	0.0734	129.8000
1	BNWGS	KTP-GLM	2	150	7.590	ACSR HAWK	477 MM	655	600	800			0.1370	0.3995	2.8800	1.0945	3.1688	23.0112	3.3525	225.0000	0.0149	0.0049	0.0141	0.0052	170.1690
1	BNWGS	KTP-GLM	II (10)	150	4.389	SUBMARINE CABLE	300 mm ²	500	600	800			0.0870	0.1310	73.0000	0.3816	0.5750	320.3970	0.6902	225.0000	0.0031	0.0017	0.0026	0.0721	129.8000
1	BNWGS	KTP-GLM	II (10)	150	4.290	OSS	300 mm ²	455	600	800			0.0870	0.1310	73.0000	0.3816	0.5750	320.3970	0.6902	225.0000	0.0031	0.0017	0.0026	0.0721	129.8000

Jenis Sifat	Dari	Ke	No. Sifat	Data Pengantar				I Nom (Amp)	Tap CT Dari	Tap WT Dari	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MShm)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Tag (M)	Jarak (km)	Jenis																	
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)-(2)-(5)	(7)-(2)-(4)	(8)-(2)-(5)	(9)= $\sqrt{R^2+X^2}$	(10)= $\frac{1}{\sqrt{Z}}$	(11)= $\frac{R}{Z}$	(12)= $\frac{X}{Z}$	(13)= $\frac{X}{Z}$	(14)= $\frac{B}{Z}$	(15)= $\frac{1}{1000} \times \frac{1}{(14)^2}$

8. UPT Medium

1	DLOP02	NGBEL2	1	25	10750	ACSR	95	245		400													10.0085
1	DLOP02	PMRG02	1	25	16162	ACSR	70	203		400													8.7859
1	DLOP02	GLANG2	1	25	17314	ACSR	50	119		400													5.1527
1	DLOP02	GLANG2	2	25	17314	ACSR	50	119		400													5.1527
1	GRNG02	GLANG2	1	25	2692	ACSR	50	119		400													5.1527
1	GRNG02	GLANG2	2	25	2692	ACSR	50	119		400													5.1527

Jml Sirkuit	Darl	Ke	No. Sirkuit	Detai Penghantar		I Hom (Amp)	Tap CT		Tan WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVar/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Tag (kV)	Jarak (km)		Darl	Ke	Darl	Ke													
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15) = (1) x (14) x (13) / 1000

9. UPT Kediri

1	KORIS	TLGN3	1	30	27.791	BC	35	200										8.0000					10.3920
1	KORIS	TLGN3	2	30	27.791	BC	35	200										9.0000					10.3920
1	TLGN3	BLTAR3	1	30	28.781	ACSR	1/0	230										9.0000					11.9508
1	TLGN3	BLTAR3	2	30	28.781	ACSR	1/0	230										9.0000					11.9508
1	TLGN3	TGLEK3	1	30	32.684	ACSR	1/0	230										9.0000					11.9508
1	PARE3	MOLAN3	1	30	21.630	ACSR	1/0	230										9.0000					11.9508
1	PARE3	MOLAN3	2	30	21.630	ACSR	1/0	230										9.0000					11.9508
Rencana																							
1	BNRAMS	KTSNO5	1	150	15.808	ACSR ZEBRA	2 x 477	1620	800	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	225.0000	0.0286	0.0093	0.0074	0.0105	420.8760
1	KTSNO5	JKTAS5	1	150	15.808	ACSR ZEBRA	2 x 477	1620	800	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	225.0000	0.0286	0.0093	0.0074	0.0105	420.8760
1	BNRAMS	MNRJ05	1	150	47.330	ACSR	330	740	800	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	225.0000	0.0833	0.0187	0.0012	0.0316	192.2520
1	BNRAMS	NGJUK5	1	150	2.600	ZEBRA	2 kali	1620	800	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	225.0000	0.0033	0.0004	0.0032	0.0024	420.8760
1	NGJUK	MNRJ05	1	150	47.330	ACSR	330	740	800	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	225.0000	0.0833	0.0187	0.0012	0.0316	192.2520

Serial	Date	No.	Tag (g)	Mass (g)	Unit	Item	Tap CT	Tap WT	R	X	B	R	X	B	Z ref	Z base	Z pu	R pu	X pu	B pu	Dgra
			(1)	(2)					(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)

Sub Region Ball

1	CHLUMK	1	150	1,720	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	0.2566	0.6822	4.9536	0.7217	225.0000	0.0032	0.0010	0.0030	0.0011	167.5710
1	CHLUMK	2	150	1,720	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	0.2566	0.6822	4.9536	0.7217	225.0000	0.0032	0.0010	0.0030	0.0011	167.5710
1	CHLUMK	1	150	4,200	OFC	3 x 300 mm ²	462	800	800	0.0870	0.1310	73.0000	0.3654	0.5502	366.6000	0.6605	225.0000	0.0029	0.0016	0.0024	0.0060	120.0276
1	CHLUMK	2	150	4,200	OFC	3 x 300 mm ²	462	800	800	0.0870	0.1310	73.0000	0.3654	0.5502	366.6000	0.6605	225.0000	0.0029	0.0016	0.0024	0.0060	120.0276
1	CHLUMK	1	150	38.040	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	0.2566	0.6822	109.5552	15.9614	225.0000	0.0709	0.0232	0.0671	0.0247	167.5710
1	CHLUMK	2	150	38.040	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	0.2566	0.6822	109.5552	15.9614	225.0000	0.0709	0.0232	0.0671	0.0247	167.5710
1	CHLUMK	1	150	75.900	ACSR HAWK	2 x 477 MCM	1290	800	800	0.0885	0.2045	2.7880	5.1992	15.9216	211.6092	16.3682	225.0000	0.0728	0.0231	0.0680	0.0476	355.1420
1	CHLUMK	2	150	75.900	ACSR HAWK	2 x 477 MCM	1290	800	800	0.0885	0.2045	2.7880	5.1992	15.9216	211.6092	16.3682	225.0000	0.0728	0.0231	0.0680	0.0476	355.1420
1	CHLUMK	1	150	44.400	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	0.2566	0.6822	17.6090	127.8720	18.6300	0.0828	0.0270	0.0783	0.0288	167.5710
1	CHLUMK	2	150	44.400	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	0.2566	0.6822	17.6090	127.8720	18.6300	0.0828	0.0270	0.0783	0.0288	167.5710
1	CHLUMK	1	150	23.310	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	3.1955	9.2447	67.1328	9.7808	225.0000	0.0455	0.0142	0.0411	0.0151	167.5710
1	CHLUMK	2	150	23.310	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	3.1955	9.2447	67.1328	9.7808	225.0000	0.0455	0.0142	0.0411	0.0151	167.5710
1	CHLUMK	1	150	19.210	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	2.6318	7.6187	55.3248	8.0604	225.0000	0.0358	0.0117	0.0339	0.0125	167.5710
1	CHLUMK	2	150	19.210	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	2.6318	7.6187	55.3248	8.0604	225.0000	0.0358	0.0117	0.0339	0.0125	167.5710
1	CHLUMK	1	150	20.910	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	2.6318	7.6187	55.3248	8.0604	225.0000	0.0358	0.0117	0.0339	0.0125	167.5710
1	CHLUMK	2	150	20.910	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3666	2.8800	2.6318	7.6187	55.3248	8.0604	225.0000	0.0358	0.0117	0.0339	0.0125	167.5710
1	CHLUMK	1	150	0.960	OLEO ALPE	3 x 240 mm ²	400	400	400	0.0870	0.1320	73.0000	0.0835	0.1267	70.0800	0.1518	0.0100	0.0428	0.0199	0.0379	0.0130	103.9200
1	CHLUMK	2	150	0.960	OLEO ALPE	3 x 240 mm ²	400	400	400	0.0870	0.1320	73.0000	0.0835	0.1267	70.0800	0.1518	0.0100	0.0428	0.0199	0.0379	0.0130	103.9200
1	CHLUMK	1	150	38.170	TACSR	160 mm ²	400	800	800	0.1370	0.3970	2.8800	5.2293	15.1535	109.9296	16.0304	225.0000	0.0712	0.0232	0.0673	0.0247	103.9200
1	CHLUMK	2	150	38.170	TACSR	160 mm ²	400	800	800	0.1370	0.3970	2.8800	5.2293	15.1535	109.9296	16.0304	225.0000	0.0712	0.0232	0.0673	0.0247	103.9200
1	CHLUMK	1	150	21.700	TACSR	160 mm ²	400	800	800	0.1370	0.3970	2.8800	3.6714	11.1200	80.6588	11.7635	225.0000	0.0523	0.0171	0.0464	0.0162	103.9200
1	CHLUMK	2	150	21.700	TACSR	160 mm ²	400	800	800	0.1370	0.3970	2.8800	3.6714	11.1200	80.6588	11.7635	225.0000	0.0523	0.0171	0.0464	0.0162	103.9200
1	CHLUMK	1	150	16.500	ACSR PARTRIDGE	135 mm ²	400	200	1000	0.1370	0.4090	2.7880	3.5244	6.7320	45.6390	7.5888	225.0000	0.0338	0.0157	0.0289	0.0103	103.9200
1	CHLUMK	2	150	16.500	ACSR PARTRIDGE	135 mm ²	400	200	1000	0.1370	0.4090	2.7880	3.5244	6.7320	45.6390	7.5888	225.0000	0.0338	0.0157	0.0289	0.0103	103.9200
1	CHLUMK	1	150	16.500	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	1000	0.1370	0.3970	2.8800	4.6251	13.3892	97.2288	14.1665	225.0000	0.0530	0.0206	0.0595	0.0219	167.5710
1	CHLUMK	2	150	16.500	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	1000	0.1370	0.3970	2.8800	4.6251	13.3892	97.2288	14.1665	225.0000	0.0530	0.0206	0.0595	0.0219	167.5710
1	CHLUMK	1	150	33.760	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	1000	0.1370	0.3666	2.8800	1.6533	3.1679	21.4088	3.6645	225.0000	0.0158	0.0073	0.0140	0.0048	167.5710
1	CHLUMK	2	150	33.760	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	1000	0.1370	0.3666	2.8800	1.6533	3.1679	21.4088	3.6645	225.0000	0.0158	0.0073	0.0140	0.0048	167.5710
1	CHLUMK	1	150	7.750	ACSR PARTRIDGE	135 mm ²	400	400	400	0.1370	0.3970	2.8800	1.0618	3.0769	22.3200	3.2548	225.0000	0.0145	0.0047	0.0137	0.0050	103.9200
1	CHLUMK	2	150	7.750	ACSR PARTRIDGE	135 mm ²	400	400	400	0.1370	0.3970	2.8800	1.0618	3.0769	22.3200	3.2548	225.0000	0.0145	0.0047	0.0137	0.0050	103.9200
1	CHLUMK	1	150	13.410	ALPE	3 x 240 mm ²	400	200	200	0.0870	0.1320	73.0000	0.1044	0.1587	87.6000	0.1887	0.0100	0.0274	0.0127	0.0243	0.0093	103.9200
1	CHLUMK	2	150	13.410	ALPE	3 x 240 mm ²	400	200	200	0.0870	0.1320	73.0000	0.1044	0.1587	87.6000	0.1887	0.0100	0.0274	0.0127	0.0243	0.0093	103.9200
1	CHLUMK	1	150	19.280	ACSR PARTRIDGE	135 mm ²	400	200	200	0.1370	0.4090	2.7880	4.1182	7.8862	53.3265	8.8790	225.0000	0.0395	0.0183	0.0350	0.0120	103.9200
1	CHLUMK	2	150	19.280	ACSR PARTRIDGE	135 mm ²	400	200	200	0.1370	0.4090	2.7880	4.1182	7.8862	53.3265	8.8790	225.0000	0.0395	0.0183	0.0350	0.0120	103.9200
1	CHLUMK	1	150	9.120	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000	0.1370	0.3666	2.8800	1.2494	3.6170	26.2955	3.6267	225.0000	0.0170	0.0056	0.0161	0.0059	167.5710
1	CHLUMK	2	150	9.120	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000	0.1370	0.3666	2.8800	1.2494	3.6170	26.2955	3.6267	225.0000	0.0170	0.0056	0.0161	0.0059	167.5710
1	CHLUMK	1	150	7.800	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000	0.1370	0.3666	2.8800	1.0412	3.0142	21.8890	3.1689	225.0000	0.0142	0.0046	0.0134	0.0048	167.5710
1	CHLUMK	2	150	7.800	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000	0.1370	0.3666	2.8800	1.0412	3.0142	21.8890	3.1689	225.0000	0.0142	0.0046	0.0134	0.0048	167.5710



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

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

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 13 Februari 2008

Nomor : ITN-108/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. H. **TAUFIK HIDAYAT, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : AAN HANAFI S
Nim : 0012090
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

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

13 Februari 2008 s/d 13 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



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

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

P.T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 13 Februari 2008

Nomor : ITN-109/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. EKO NURCAHYO

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : AAN HANAFI S
Nim : 0012090
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

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

13 Februari 2008 s/d 13 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Aan Hanafi Samauna
Nim : 00.12.090
Masa Bimbingan : 13-Februari-2008 s/d 12-Agustus-2008
Judul Skripsi : Kompensasi Daya Reaktif Multiobjektif Menggunakan Metode *Electric Omicron (Eo)* Pada Jaringan Distribusi 150 KV Di Area 4 Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	15/2 '08	Maju Bab I, II & III	
2	18/2 '08	Revisi Bab I (latar belakang, rumusan masalah & tujuan)	
3	19/2 '08	ACC BAB I	
4	11/2 '08	Revisi Bab II & III	
5	28/2 '08	ACC BAB II & III dan maju bab IV	
6	1/3 '08	Revisi Bab IV	
7	5/3 '08	ACC Bab 4	
8	8/3 '08	Revisi Bab 5 semua hasil dalam persen	
9	10/3 '08	ACC Bab 5	
10	14/3 '08	ACC Kompre	

Malang,

Dosen pembimbing II

Ir. Eko Nuchayyo
NIP. Y 1028700172



Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : AAM 51

NIM :

Perbaikan meliputi :

Malang.

()



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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

Nomor : ITN- 391 /III.TA-2/2/07
Lampiran : -
Perihal : Survey

Malang, 7 Desember 2007

Kepada : Yth. Pimpinan
PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur - Bali
Jl. Suningrat No. 45 Taman
Di – Sidoarjo

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Saudara agar Mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey pada perusahaan yang saudara pimpin untuk mendapatkan data Δ data guna penyusunan Skripsi dengan Judul : Kompensasi Daya Reaktif Multiobjektif Menggunakan Metode Elektrik Omicron (EO) Pada Jaringan Transmisi 150 KV Di Area 4 Jawa Timur

Mahasiswa tersebut Adalah :

Aan Hanafi Samuna Nim. 00.12.090

Adapun lamanya Survey adalah : 30 Hari

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

DEKAN
Fakultas Teknologi Industri



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Nip. Y.1018100036



PT PLN (PERSERO)

**PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI
REGION JAWA TIMUR & BALI**

Jalan Suningrat No. 45 Taman Sidoarjo 61257

Telepon : (031) 7882113, 7882114

Kotak Pos : 4119 SBS

Facsimile : (031) 7882578, 7881024

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

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

Nomor : 002 /330/RJTB/2008
Surat Sdr. No. : ITN-391/III.TA-2/2/07
Lampiran : 1 (satu) lampiran.
Perihal : Ijin Survey / Pengambilan Data.

07 JAN 2008

Kepada Yth

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Di

MALANG

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-391/III.TA-2/2/07 tanggal 07 Desember 2007 perihal Survey / Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

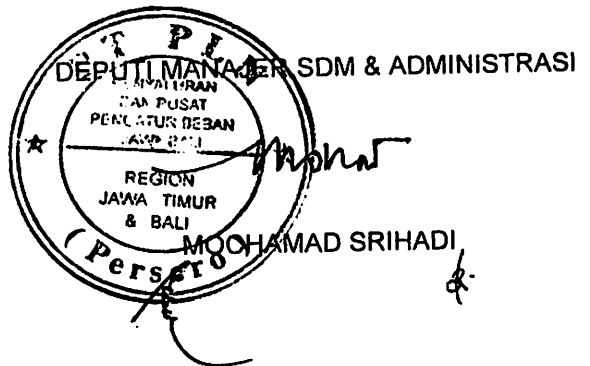
➤ Aan Hanafi Samuna

Nim : 00.12.090

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

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

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.



Tembusan Yth. :

1. MBSDM PLN P3B JB.
2. M.UPT Surabaya PLN P3B RJTB.
3. Sdr. Aan Hanafi Samuna

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : AAN HANAFI SAMANITA
Pria/ Wanita : PRIA
Tempat / Tanggal lahir : TULUNGABUNG, 02 SEPTEMBER 1982
Alamat / No. telepon : Jl. RAYA CANDI 11/321 MALANG
081 330 664 501
Pekerjaan : MAHASISWA

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

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

Surabaya, 18 - DESEMBER 2001

Yang membuat pernyataan




(☆ **LEMBAR PERSEMBAHAN** ☆) ☺



THANKS TO :

Alloh Ta'ala Maha Pemberi Yang Tak Tergantikan, Maha Penolong
Yang Tak Terbalaskan, Maha Kuasa Yang Tak Tertandingi. Hanya
Ridlo Engkau Yang Kami Cari.



Rosululloh Muhammad Sholallohu 'Alaihi Wasalam Teladan
Terbaik, Samudra Ilmu Yang Tidak Pernah Kering, Pembuka Pintu
Rahmat, Pemberi Syafa'ar Di Hari Qiamat



☺ **Keluarga Jamaah Al Haromain** ☺ (☆

Abina Ihya' Ulumiddin beserta keluarga jazakumulloh atas doa dan
bimbingannya dalam perjalanan ruhiyah menuju Alloh Ta'ala. Ust. Syifa'
jazakumulloh, Ust. Ahmad, Ust. Azaim, Ust. Ni'am, Ust. Abdul Allam,
spesial thanks Ust. Sofwan Hadi sekeluarga dan keluarga besar Al Mu'min
(Ust. Mishad Khoiri, Ust. Taqwa dan Mbak Dewi, Ust. H. Nuril, Ust. Alm
Kholil, Cak Ugeng, Izul, Rudi, Cak Erwanto, Faiq, Cak Adit, Cak Tholib, Cak
Ali) keluarga besar Al Qoyyimah (Ustdzah Jumani and pak Yai Mardi,
Yani, yu Anik, Umaroh, Diah, Almh Yu Leli Dll) Bu Nis, dr. Ima, Yu Reni.

Keluarga Besar (☆ ☺

Bapak Kardji BA, Ibu Umi Kulsum kedua Orang Tuaku Tercinta Yang Berada
di Desa Samir-Ngunut-Tulungagung yang selalu memberi doa dan kasih sayang,
perlindungan, motivasi maupun materi terimakasih yang sangat besar.
"Pak - Buk akhirnya aku bisa lulus jadi SARJANA TEKNIK".

(☆ Bapak Drs. Agus Imron, Ibu Nasuha Kedua Mertuaku
☺ Tercinta Yang Berada di Kebomas-Gresik, yang senantiasa
memberi kasih sayang, motivasidan doa terimakasih atas
kepercayaannya akhirnya saya bisa lulus jadi sarjana Teknik.

Yudi, Nizar, Dnd, Po3 dan si Cantik Zila makasih ya bantuannya, (☆
doanya, dan semuanya maaf mas Aan Hanafi S., ST. ndak bisa
ngasih apa-apa doakan juga cepet sukses biar bisa ngasih apa-apa. ☺

☺
(☆ Pak dhe, bu dhe, pak lik bu lik makasih atas semuanya akhirnya
ponakan tercinta ini bisa lulus jadi sarjana teknik.

☺
(★ Oh ya lupa Anakku tercinta si cantik kakak Aiman Zumroti Ummi Faliha (AIFA) maafin ayah ya sering ditinggal kalo pipis bilang dong dan juga adik manis Ifadhohi Faroha Ummu Faliha (FARA) kalo nangis yang pelan ya biar merdu. Dan juga Umik Hafidatul Ni'mah, SSi. Hidup terasa lebih indah bila si cantik ini selalu berada disisiku.

⚡
Civitas akademika ITN Malang

☺
(★ Bapak Rektor Prof. Dr. Abraham Lomi, yang dulu juga selaku dosen wali, Bapak Ir. I Made Wartana, MT selaku dosen wali, Bapak Ir. F. yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan dan Bapak Ir. Yusuf Nahkoda, MT selaku Sekjur Elektro terimakasih atas kepemimpinan, bimbingan, pembinaan dan pendidikan serta pelayanan yang diberikan selama menjadi mahasiswa ITN Malang.

☺
(★ Pak Ir. H. Taufik Hidayat, MT dosen selaku pembimbing skripsi, Pak Ir. Eko Nurcahyo, dosen selaku pembimbing skripsi, Pak Ir. Widodo Puji M., MT. selaku Penguji dan Pak Ir. Teguh Herbasuki, MT. terimakasih telah membimbing, mendidik hingga mengantarkan kami lulus sebagai seorang sarjana.

Thanks to :

Pak Ir. Al Mizan, MT yang saya anggap guru besar ITN Malang, Alm Pak Ir. Khoiri, Pak Ir. Khoirul Saleh dll.

☺
(★
Teman Seperjuangan

⚡ Al Habib Ahsan, Suryo, Frengki, Hadi Surya, Kang Jamal & Aris cepet lulus DONG, Husni, Bagus, Didik, Dedi, Afan, Emprit, Deni, dan Semua teman puskopad dan semuanya aku lupa namanya yang penting selalu ku ingat wajahnya.

☺
(★
Kost tercinta

⚡ Special to Bu Atim cepet punya anak lagi, mbok Tun, Puguh, Cak Mlotrok, Dedi, Jeka, Fauzi, DLL.

☺
(★ ALHAMDULILLAH (★
AKHIRNYA AKU JADI SARJANA SETELAH 8 TAHUN
BERJUANG DI ITN MALANG
HOREEEEEEEEE!!!!!!!!!!!!!!



Riwayat Penulis

Penulis Skripsi dengan Judul *Kompensasi Daya Reaktif Multiobjektif Menggunakan Metode Electric Omicron (EO) Pada Jaringan Transmisi 150 KV di Area 4 Jawa Timur-Bali* adalah Aan Hanafi Samauna, ST. Berasal dari keluarga petani yang sederhana yaitu dari sebuah desa kecil di daerah Tulungagung-Jawa Timur tepatnya Ds. Samir Rt 4 Rw 2 Kecamatan Ngunut. Lahir dan besar di desa tersebut pada tanggal 02 September 1982. Meski dari keluarga petani tetapi memiliki semangat untuk merubah hidup yang lebih baik. Riwayat pendidikan dari Sekolah Dasar Negeri Samir tahun 1988-1994 dan dilanjutkan dengan menempuh pendidikan SLTP di SMPN 2 Ngunut tahun 1994-1997, dengan semangat yang tinggi akhirnya bisa menyelesaikan pendidikan menengahnya di SMUN 1 Ngunut tahun 1997-2000. berkat dorongan dan kerja keras orang tua yang tercinta akhirnya bisa masuk perguruan tinggi swasta ternama di Malang yaitu Institut Teknologi Nasional Malang dengan mengambil jurusan Elektro Sistem Tenaga Program Sarjana. Ketekunan dan kegigihan dalam menimba ilmu di ITN dengan semangat perubahan meski dengan susah payah harus kerja sambil penulis mampu menyelesaikan program sarjana di tahun 2008. Selama Kuliah aktif di kegiatan kemahasiswaan baik di Himpunan Mahasiswa Elektro sebagai KaBid Kesma, Lembaga Dakwah Kampus di Bid Kajian Islam, Maupun di Ekstra Kampus PMII, Remaja Masjid Mandalawangi, sekaligus Sekretaris Yayasan Masjid Mandalawangi. Dan Sekarang telah memiliki seorang istri dan dua orang anak. Hanya dengan cinta sesuatu bisa digapai dan cinta yang hakiki adalah cinta kepada Allah dan Rosulnya.



Ungkapan Orang!!!! :

"Orang Bodoh Kalah Dengan Orang Pintar, Orang Pintar Kalah Dengan Orang Cerdas, Orang Cerdas Masih Kalah Dengan Orang Beruntung MAKA Kalo Orang Bodoh Tapi Beruntung Akan Mampu Mengalahkan Orang Cerdas dan Pintar"

