

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



***OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE SWARM
INTELLIGENT DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN
DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI***

SKRIPSI

Disusun Oleh :
HERU WIYONO
02.12.102

MARET 2008

REPUBLICAN NATIONAL CONVENTION
ESTABLISHING AND ORGANIZING
THE NATIONAL REPUBLICAN PARTY
NATIONAL CONVENTION

THE NATIONAL CONVENTION OF THE
REPUBLICAN PARTY OF THE UNITED STATES
WAS HELD AT WASHINGTON (D.C.) MAY 17-19 1856
AND ADOPTED THE FOLLOWING RESOLUTIONS

RESOLUTION

RESOLUTION
RESOLUTION
RESOLUTION

RESOLUTION

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE SWARM
INTELLIGENT DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN
PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

Heru Wiyono

02.12.102



Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. Widodo Pudji M, MT)
NIP. Y. 102 8700 171

Dosen Pembimbing II

(Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT)
NIP. 132 314 400

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 103 9500 274

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

MARET 2008

LEMBAR PERSEMBAHAN

Heru say Thanks to..

Sembah sujud kuhaturkan kehadiran **ALLAH SWT** atas berkah, rahmat, limpahan taufik dan hidayah-Nya. Junjunganku Nabi Besar **MUHAMMAD SAW**, terima kasih telah menuntun aku ke jalan yang menjadi ridho-Nya.

Ψ **Ayah dan Ibu** tercinta yang telah memberikan kasih sayang tulus, keikhlasan, bimbingan, doa, dan memberikan yang terbaik kepadaku hingga terselesaikannya skripsi ini. Baktiku dan terima kasihku kupersembahkan kepada beliau. Dengan do'a dan ridho **beliau** aku dapat menggapai cita-citaku.

Ψ Kakakku tercinta (**Mbak Fitriani, Susi Yami, Mas Wijiyanto, Dani**) yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta do'a sehingga adikmu yang sial ini dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik walaupun mungkin waktunya agak terlambat. **Dasamu** mungkin tak akan bisa menggantikan semuanya.

Ψ Buat keponakanku yang lucu-lucu (**Nadia, Amarna, Danisha**) dan (**Salsabila, Saputri**) meskkkkalian masih kecil tapi kadang becus bisa memberikan motivasi **tersendiri** bagi aku, membuat aku menjadi lebih baik. Foto kalian menjadi pengobat rasa rindu di dikostean. Semoga kelak kalian berdua bisa menjadi anak yang patuh dan taat serta berbakti dan bergura bagi kedua orang tua kalian.

Ψ Sangatlah berharga ketika ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ini penulis tujukan kepada segenap keluarga di Malang : Bapak, Mama, **Elisa** dan Yopi.

Ψ Special to "**Elisa my love and live**" mungkin kata-kata tak berarti apa-apa dibanding semua yang telah engkau berikan kepada aku. Doakan aku cepat dapat kerja agar kita dapat hidup bersama. **Satu lagi say...ojo lali blah ngaliku penting.....!!!!!!!**

Ψ Kamunings www.Senguan26@yahoo.com : **Ms Rudi** (suwun baget wis bagi-bagi pengalaman

meski samean ga ngerti wisudaku), **Tem-item** (ayo ndang skripsi mesake wong tuwo..!!), **Antok** (tak dungakno cepet lulus tok!), **Jemek alias Edwin** ("mek semangati mas-mu..!!"), **Wisnu** (suwun kamera-e?), **Wiko** (oyo ngame ae lee...??), **Congo** (ayo golek keriboyo dadi pengacara????), **Hogan Bejo** (sing rajin kuliah-e) n semua komunitas **Senguan26**.

Ψ Gera Solan Hzundais.TN@yahoo.com (**Katez@Helmi** oyo jemosi dhisik), **Santha Sari** (oyo ngalahna mb Ella mane), **Grandong@Ase** (yopo tebune wis pannenaa??), **Tom-tom@Didiet** (solu kate..), **Grunk@Made** (de slorot tertinggi '02), **Mamun@Budima** (mnum su2 kuda an bea semu), **Bolat@Arip** (ayo rip ndang marekno skripsimu..!!), **Mr Ho@Hayek** (cepetan skripsi yek), **Gendur@Don** (Don titip arek-arek????).

Ψ Crew Lab. TDDE : **Tom-tom, Grunk, Nur** (kalian membua teman yang bisa diajak sharing), **Kumam** (Nang...oyo kcardiman), **Samad** (tapi arek-arek anyar, kamu harus bisa menjadi koordinator baru pengganti kita semua). Ojo lali Bu **Irrine** kesukaannya apa?? **Udin, Gede Makik, Pras, Ratri, Elsa** kalian semua penerus dan harus bisa lebih baik dari kita semua. Kembangkan kreativitas kalian, jaga kekompakan serta saling menghargai sesama. Inga`-inga`.....

Angkatan 2002

Yuri+Udin+Dinda+Nico+ **Gepenk**+
Etok+**Husen** (sing wis lulus ojo lali
nang koncoe), **Antok**, **Dicki**, Daniel Om
Jin, **Cepek**, **Yupiter**, **Galang**, A'an,
Anjar, Joko, **Reza**, **Rudi**, Bernat, **Ipenk**,
OM DeNN, **Bagus** semuanya yang tak
bisa aku sebutkan satu persatu
(**MAKASIH ATAS DUKUNGAN DAN
DOA KALIAN, SEMOGA KALIAN
LULUS TAHUN INI**).

Banyak kenangan **PERTAMA** kali aq
menetap di Landungsari, aku merasa
menemukan saudara disana. Bapak
dan Ibu kost sangat baik yg sudah
menganggap aku sebagai anak sendiri
sampe sekarang, **RENTAL PELANGI**
khususnya **Kakang Nanang** (mas
suwun aq wis dbantu ngetik skripsi, ojo
kapok). **Kang Deny**, **Peyang**, **Ms Brur**,
Ms Beby, **Ms Suga**, **Ms Andik**, **Kang
Huda**, **Ms Arifin** tidak lupa Heri **AREMA**
alias **GONDANG LEGI** (Gondrong
Ndeso Elek Nggilani). Meski kalian tak
nampak tapi memori indah kan
kukenang slalu.

Kontrakkan **KUMIS KUCING 22B** atau
biasa disebut **TEMBALANGAN** adalah
singgahku setelah 2 (dua) tahun. Disini
tidak banyak kenangan tapi aku

mendapat teman baru seperti **Nanang**, **Heru**
Timbul, **Toyo**, **Setya**, **Item**, **Kucur** n **Anto**
Cepu.

Setahun kemudian aku pindah lagi karena
Gedung Elektro ITN pindah ke kampus 2
tepatnya pada saat **SEMESTER 7** (tujuh) di
Senggani 26. Disini tempat terakhir aku
menyelesaikan studi sampai aku selesai
dan lulus. Dan disinilah banyak sekali
kenangan yang tak akan mungkin bisa aku
lupakan. Kamarku merupakan saksi bisu
perjalanan terakhirku dibangku kuliah dan
awal dari perjalanan hidupku yang
sebenarnya.

Terakhir penulis yakin bahwa dalam
SKRIPSI ini masih jauh dari kesempurnaan
karena penulis hanyalah seorang manusia
biasa tempatnya salah. Tetapi penulis yakin
bahwa apa yang kita lakukan dengan sebaik-baiknya
dan sungguh-sungguh akan menghasilkan hasil
sesuai dengan apa yang diinginkan, seperti pada buah
karya ini.



www.hebus.com



ABSTRAKSI

OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE SWARM INTELLIGENT DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI

Heru Wiyono
Ir. Widodo Pudji M, MT
Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT

Kata Kunci : *Optimal Power Flow, Swarm Intelligent* Batas Aman, Aliran Daya, Sistem Tenaga Listrik Jawa Timur-Bali.

Adanya persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang selalu berubah setiap saat menimbulkan permasalahan yaitu bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas baik dan harga yang murah. Oleh karena itu, pada suatu operasi pada beban tertentu, perhitungan ekonomis harus tetap merupakan suatu prioritas atau nilai yang harus diperhitungkan disamping hal-hal lain sehingga nantinya diperlukan suatu rencana operasi yang optimum dengan tetap memenuhi beberapa persyaratan pengoperasian sistem tenaga listrik yaitu antara lain : daya yang dibangkitkan cukup untuk memasok beban dan rugi-rugi daya pada saluran transmisi serta tegangan bus sesuai dengan ratingnya

Skripsi ini menganalisa *Optimal Power Flow* dengan menggunakan metode *Swarm Intelligent*. Hasil dari analisa tersebut nantinya dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam operasi pembangkitan dan penyaluran daya yang ekonomis dan optimal, terutama mengenai optimasi biaya pembangkitan. Input dari program ini adalah biaya bahan bakar (*fuel cost*) dan hasil perhitungan aliran daya, sedangkan hasil akhir dari program ini yaitu hasil perhitungan aliran daya, tegangan dan sudut fasa tiap-tiap bus serta biaya pembangkitan yang optimum.

Analisa dilakukan dengan bantuan program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab versi 7.0.4 dan telah sukses dicoba pada sistem 150 kV Jawa Timur – Bali yang terdiri dari 90 bus dan 109 saluran transmisi, dimana telah berhasil dilakukan optimasi daya aktif pembangkitan sebesar 13,3479 MW/jam atau terjadi optimasi sebesar 0,0096 atau 0,9%, sedangkan rugi-rugi saluran terjadi optimasi sebesar 13.3479 MW atau sebesar 19.045%, dan untuk biaya pembangkitan terjadi optimasi sebesar Rp1.318.963,8656/jam atau terjadi optimasi biaya sebesar 0,269 atau 26,9%.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, 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 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT, selaku Dosen Pembimbing.
5. Ibu Irrine Budi Sulistiawati ST, MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan memberikan arahan serta nasehat dalam penyusunan skripsi maupun di Laboratorium TDDE.

6. Bapak Hardi dan Ibu Sriani di PT. PLN (Persero) Region IV Jawa Timur dan Bali yang telah banyak membantu dan memberikan data-data yang saya butuhkan dalam penyusunan skripsi..
7. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan kasih sayang tulus, keikhlasan, bimbingan, doa, dan memberikan yang terbaik kepadaku hingga terselesaikannya skripsi ini. Baktiku dan terima kasihku kupersembahkan kepada beliau. Dengan do`a dan ridho beliau, aku dapat menggapai cita-citaku.
8. Kakakku tercinta (Mbak Fitriani, Susi Yami, Mas Wijiyanto, Dani) yang telah memberikan dukungan, dorongan serta do`a sehingga adikmu yang satu ini dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik walaupun mungkin waktunya agak terlambat. Jasamu mungkin tak akan bisa menggantikan semuanya.
9. Serta 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

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xii

BAB I : PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
1.7. Kontribusi Penelitian	6

BAB II : KARAKTERISTIK UNIT PEMBANGKIT, OPERASI EKONOMIS DAN PENGATURAN SALURAN TRANSMISI

2.1. Sistem Operasi Pada Sistem Tenaga Listrik	7
2.2. Karakteristik Unit Pembangkit	9

2.2.1. Karakteristik Input-Output	9
2.2.2. Karakteristik Heat-Rate	11
2.2.3. Karakteristik Incremental Heat-Rate dan Fuel-Cost	12
2.3. <i>Economic Dispatch</i>	13
2.3.1. <i>Economic Dispatch</i> dengan Mengabaikan Rugi-Rugi Transmisi	14
2.3.2. <i>Economic Dispatch</i> dengan Memperhitungkan Rugi-Rugi Transmisi	16
2.4. Fungsi Biaya Bahan Bakar	17
2.5. Sistem Jaringan Transmisi	18
2.5.1. Saluran Transmisi Pendek	19
2.5.2. Saluran Transmisi Menengah	19
2.5.3. Saluran Transmisi Panjang	21
2.6. Sistem Per Unit	22

BAB III : OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE

SWARM INTELLIGENT

3.1. Konsep Aliran Daya	24
3.1.1. Metode Newton Raphson	25
3.2. <i>Optimal Power Flow</i>	27
3.3. Metode <i>Swarm Intelligent</i>	28
3.4. Pengontrolan Tegangan dan Daya Reaktif Menggunakan <i>Swarm Intelligent</i>	29

3.5. Algoritma dan Flowchart Penyelesaian Masalah	35
3.5.1. Algoritma Aliran Daya Newton Raphson	35
3.5.2. Flowchart Perhitungan Aliran Daya Newton Raphson	38
3.5.3. Algoritma Pengontrolan Daya Reaktif Menggunakan	
<i>Swarm Intelligent</i>	39
3.5.4. Flowchart Pengontrolan Tegangan dan Daya Reaktif	
Menggunakan <i>Swarm Intelligent</i>	40

BAB IV : HASIL DAN ANALISA HASIL

4.1. Program Komputer <i>Optimal Power Flow</i> Menggunakan	
Metode <i>Swarm Intelligent</i>	42
4.2. Validasi Program Menggunakan Data Sistem 30-Bus	42
4.2.1. Data Sistem 30-Bus	42
4.2.2. Hasil Perhitungan Validasi Sistem IEEE 30-Bus	
Menggunakan Metode <i>Swarm Intelligent</i>	45
4.3. Data Pembangkitan Termal Pada Region IV Jawa-Bali	46
4.4. Data Pembebanan Pada Region IV Jawa-Bali	47
4.5. Data Saluran Transmisi 150 kV Region IV Jawa-Bali	51
4.6. Hasil dan Analisa Hasil Perhitungan Menggunakan Metode	
<i>Swarm Intelligent</i> Pada Saluran Transmisi 150 kV Jawa Timur-	
Bali	55
4.6.1. Hasil Perhitungan Sebelum Optimasi	56
4.6.2. Hasil Perhitungan Setelah Optimasi	61

4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Sesudah	
Penggunaan Metode <i>Swarm Intelligent</i>	67
4.7.1. Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan	67
4.7.2. Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan	
Pada Tiap Bus	68
4.7.3. Perbandingan Pembangkitan Daya Aktif Sebelum dan	
Setelah Optimasi	70
4.7.4. Perbandingan Tingkat Aliran Daya sebelum dan	
Setelah Optimasi	72
4.7.5. Perbandingan Tingkat Rugi-rugi Daya Antar	
Sebelum dan Setelah Optimasi	74

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Unit Boiler-Turbin-Generator	10
Gambar 2.2. Kurva Karakteristik Input-Output Pembangkit Termal	11
Gambar 2.3. Kurva Karakteristik Heat-Rate Unit Pembangkit	12
Gambar 2.4. Kurva Karakteristik Heat-Rate dan Fuel-Cost	13
Gambar 2.5. N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban P_R	14
Gambar 2.6. N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban P_R melalui Saluran Transmisi	17
Gambar 2.7. Rangkaian Setara Saluran Transmisi	18
Gambar 2.8. Rangkaian Setara Saluran Transmisi Pendek	19
Gambar 2.9. Rangkaian Setara Saluran Transmisi Menengah	20

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data Generator Dan Konstanta Biaya IEEE 30-Bus	42
Tabel 4.2. Data Bus IEEE 30-Bus	43
Tabel 4.3. Data Saluran IEEE 30-Bus	44
Tabel 4.4. Perbandingan Nilai Tegangan dan Keluaran Daya Aktif Antara Hasil Program dengan Hasil Referensi	45
Tabel 4.5. Parameter Unit Pembangkit Termal	46
Tabel 4.6. Penomoran Bus	48
Tabel 4.7. Data Pembangkitan dan Pembebanan Saluran Transmisi 150 kV Region IV Jawa Timur-Bali, Hari Rabu, 19 September 2007, Pukul 19.00 WIB	49
Tabel 4.8. Data Saluran Transmisi 150 kV Region IV Jawa Timur-Bali	52
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Sebelum Optimasi	56
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Optimasi..	58
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan dan Biaya Operasi Sebelum Optimasi	60
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut, Pembangkitan dan Pembebanan Setelah Optimasi	61
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Setelah Optimasi...	63
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan dan Biaya Operasi Setelah Optimasi	66

Tabel 4.15. Perbandingan Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan	67
Tabel 4.16. Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus	68
Tabel 4.17. Perbandingan Pembangkitan Daya Aktif Sebelum dan Setelah Optimasi	71
Tabel 4.18. Perbandingan Aliran Daya Aktif dan Daya Reaktif Sebelum dan Setelah Optimasi Pada Tiap Bus	72
Tabel 4.19. Perbandingan Rugi Daya Antar Saluran Sebelum dan Setelah Optimasi Pada Tiap Bus	75
Tabel 4.20. Perbandingan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Daya Aktif Sebelum dan Setelah Optimasi	78

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1. Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Sebelum Optimasi .. 61
- Grafik 4.2. Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Setelah Optimasi 66
- Grafik 4.3. Perbandingan Daya Yang Dibangkitkan Sebelum dan Setelah 71
- Grafik 4.4. Perbandingan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi... 78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Sistem tenaga listrik secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu: sisi pembangkit tenaga listrik, jaringan transmisi dan beban. Adanya persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu dapat menimbulkan permasalahan yaitu bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas baik dan harga yang murah. Oleh karena itu, pada suatu operasi pada beban tertentu, perhitungan ekonomis harus tetap merupakan prioritas atau nilai yang harus diperhitungkan disamping hal-hal lain. Sehingga nantinya diperlukan suatu rencana operasi yang optimum dengan tetap memenuhi beberapa persyaratan pengoperasian sistem tenaga listrik antara lain : daya yang dibangkitkan cukup untuk memasok beban dan rugi-rugi daya pada saluran transmisi seminimum mungkin dan tegangan bus sesuai dengan rating serta tidak adanya pembebanan lebih pada unit-unit pembangkit yang beroperasi.

Koordinasi antara unit-unit pembangkit yang ada pada sistem tenaga listrik sangat diperlukan untuk mencapai biaya operasi yang se-optimum mungkin, dalam hal ini yang dimaksud adalah optimum secara ekonomis dengan tetap memperhatikan besar beban yang ada dan juga kestabilan tegangan sistem.

PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali (P3B) mempunyai beban yang setiap harinya tidak pernah sama dengan hari sebelumnya. Perubahan beban dan perubahan pembangkitan daya ini selanjutnya

menyebabkan aliran daya dalam saluran-saluran transmisi berubah-ubah sepanjang waktu. Apabila daya yang dibangkitkan oleh Pusat-pusat Listrik khususnya di Jawa Timur-Bali ini lebih kecil daripada daya yang dibutuhkan oleh para pelanggan, maka frekuensi akan turun, sebaliknya apabila lebih besar maka frekuensi akan naik. PLN khususnya P3B berkewajiban mengatur, membagi dan menyalurkan tenaga listrik ke Pusat-pusat Beban (GI) secara seimbang tanpa mengabaikan mutu dan keandalan sistem.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka timbul sebuah pokok permasalahan yaitu bagaimana menekan biaya operasi pembangkitan khususnya biaya bahan bakar yang merupakan biaya terbesar dalam operasi Sistem Tenaga Listrik yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen setiap saat, dengan tanpa meninggalkan mutu dan keandalan sistem. Sehubungan dengan hal tersebut, maka skripsi ini diberi judul:

***“OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE SWARM
INTELLIGENT DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN
PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI”***

1.3. Tujuan

Tujuan dari skripsi dengan menggunakan metode *Swarm Intelligent (SI)* ini adalah untuk memecahkan masalah *Optimal Power Flow (OPF)*. Dalam hal ini kriteria yang dibahas adalah pengaturan keluaran daya aktif dan reaktif pada suatu

sistem tenaga listrik, dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada dalam sistem, sehingga diharapkan diperoleh biaya operasi pembangkitan yang optimal.

1.4. Batasan Masalah

Dalam skripsi kali ini akan dilakukan analisis terhadap OPF yang menggunakan metode *Swarm Intelligent (SI)* di PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali. Agar mengarah sesuai dengan tujuan, maka pembahasan dalam proposal ini dibatasi oleh hal berikut:

1. Analisis aliran daya secara ekonomis pada saluran transmisi 150 kV Region IV Jawa Timur-Bali menggunakan aliran daya Newton Raphson.
2. Analisis dilakukan dengan asumsi bahwa sistem berada dalam operasi/keadaan normal.
3. Analisis perhitungan hanya dilakukan pada pembangkit termal saja.
4. Tidak membahas kapasitas saluran, biaya start up dan shut down serta masalah cadangan berputar (spinning reserve).
5. Tidak membahas kabel laut.
6. Masalah pengaruh kontrol tegangan terhadap alat proteksi serta peralatan kompensasi dan penempatannya.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penyusunan skripsi ini adalah :

1. Studi Literatur

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

2. Pengumpulan data.

Pengumpulan data lapangan yang dipakai dalam objek penelitian yakni data saluran, load flow dan data pembebanan di PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali (P3B).

Bentuk data yang digunakan :

a. Data Kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.

b. Data Kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram (*single line*).

3. Analisa Data yaitu : analisa perhitungan tegangan, sudut fasa tegangan, aliran daya dan rugi daya pada setiap saluran serta biaya pembangkitan dengan metode *Swarm Intelligent (SI)* yang disimulasikan dengan komputer.

4. Simulasi dan Pembahasan Masalah

Pembahasan masalah pada proposal ini disimulasikan dengan komputer berbahasa pemrograman *Matlab 7.0.4*. Sehingga dapat diketahui perbandingan metode yang diterapkan lebih efisien atau ekonomis dibandingkan dengan yang digunakan di PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali (P3B).

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika pembahasan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan dan kontribusi penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI

Menguraikan pembahasan sistem tenaga listrik dan operasi ekonomis (*economic dispatch*) dan karakteristik unit pembangkit secara umum.

BAB III : OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE SWARM INTELLIGENT

Menguraikan teori dasar dari aliran daya, metode aliran daya Newton Raphson, teori SI, adaptasi SI ke permasalahan OPF.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA HASIL

Menguraikan alur program, hasil validasi, hasil pembacaan program beserta data yang digunakan serta hasil perhitungan OPF menggunakan metode *Swarm Intelligent (SI)*.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

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

1.7. Kontribusi Penelitian

Kontribusi dari skripsi ini adalah penggunaan *Optimal Power Flow* dengan metode perhitungan *Swarm Intelligent (SI)* pemecahan masalah bagi PT. PLN (Persero) dalam usaha meminimalkan biaya operasi khususnya biaya pembangkitan yang merupakan biaya terbesar pada sistem tenaga listrik namun tetap memperhatikan mutu dan keandalan sistem.

BAB II

KARAKTERISTIK UNIT PEMBANGKIT, OPERASI EKONOMIS DAN PENGATURAN SALURAN TRANSMISI

2.1. Sistem Operasi Pada Sistem Tenaga Listrik

Seperti telah diketahui dalam masalah pengaturan beban pada suatu operasi sistem tenaga listrik harus selalu dicapai suatu keadaan operasi yang bisa diandalkan dan cukup ekonomis.

Ada beberapa kerja yang harus dilaksanakan untuk menjamin keandalan sistem operasi antara lain: pengaturan frekuensi dan tegangan sistem untuk berada pada harga normalnya karena adanya perubahan beban dalam sistem. Dan seperti yang telah diketahui dan berulang kali disebutkan bahwa tenaga listrik tidak dapat disimpan sehingga dalam operasinya harus selalu dicapai keseimbangan antara penyediaan dan pemenuhan kebutuhan daya serta juga perlu diingat bahwasanya beban sistem selalu berubah-ubah setiap saat. Maka sudah tentu jauh-jauh sebelumnya sudah harus diketahui atau diramalkan keadaan tersebut dengan tepat yaitu keadaan beban pada hari itu dari waktu ke waktu sampai selama 24 jam.

Keadaan beban ini digambarkan sebagai kebutuhan daya sebagai fungsi dari waktu yang biasa disebut dengan lengkung beban harian. Lengkung beban harian ini adalah sesuatu yang sangat penting disamping karakteristik-karakteristik lainnya sehingga dalam operasi hariannya harus berdasarkan lengkung beban harian yang telah dibuat karena dengan lengkung harian ini dapat ditentukan perencanaan operasi pembangkit-pembangkit yang ada, baik itu unit pembangkit termal maupun hidro. Tentu saja kebutuhan beban dalam satu harinya

tidak merata akan tetapi dari jam ke jam berbeda sesuai kebutuhan konsumen. Berdasarkan pada lengkung beban yang telah ada maka dapat ditentukan berapa unit pembangkit yang bekerja pada hari itu.

Oleh karena biaya operasi untuk memproduksi daya listrik suatu pembangkit hidro (PLTA) sangat kecil jika dibandingkan dengan pembangkit termal (PLTU, PLTGU, PLTD) maka dalam pembahasan selanjutnya untuk mendapatkan biaya operasi yang ekonomis akan ditekankan pada unit pembangkit termal saja karena disini akan membutuhkan biaya operasi yang cukup tinggi sehingga usaha penghematan biaya dan bahan bakar akan sangat berarti. Dengan kata lain dengan mengkoordinasikan operasi pembangkit-pembangkit yang tersedia dengan tepat dan sesuai dengan beban maka akan dapat dicapai suatu keadaan operasi yang ekonomis. Pembahasan mengenai operasi ekonomis merupakan salah satu cara bagaimana menekan biaya produksi dari sistem tenaga listrik. Dalam hal ini maka metode yang dipakai adalah dengan memanfaatkan karakteristik dari menganalisa dari operasi sistem tersebut. Disamping karakteristik unit-unit pembangkit perlu juga diketahui karakteristik beban, karena karakteristik bebanlah maka dapat dianalisa pengaturan yang paling ekonomis dari setiap unit. Adapun karakteristik yang perlu diketahui dari setiap unit pembangkit adalah:

1. Karakteristik input bahan bakar sebagai fungsi dari output daya.
2. Nilai panas sebagai fungsi output daya.
3. Kenaikan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan jika terdapat perubahan beban.

Ketiga karakteristik tersebut merupakan pedoman menganalisa penjadwalan selanjutnya. Kemudian yang juga perlu diperhitungkan adalah

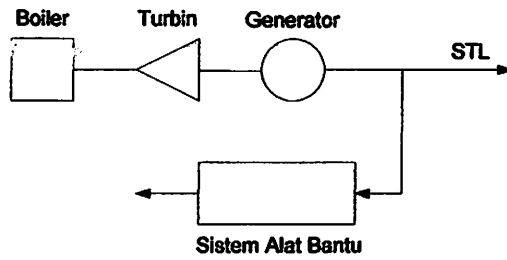
variabel-variabel yang terdapat pada saluran transmisi, karena variabel-variabel ini juga sangat menentukan ekonomis tidaknya penjadwalan pembangkit yang kita tentukan.

Maka untuk mencapai suatu operasi yang ekonomis pada suatu sistem tenaga listrik adalah dengan melakukan penjadwalan pada sistem pembangkit yang ada pada suatu sistem tenaga listrik yang ditinjau tersebut dengan memanfaatkan karakteristik dari setiap masing-masing unit pembangkit yang pada dasarnya bertujuan untuk menekan biaya produksi listrik agar harga dari listrik yang dihasilkan dapat ditekan serendah mungkin sehingga dapat memuaskan pemakai listrik.

2.2. Karakteristik Unit Pembangkit

2.2.1. Karakteristik Input-Output ^[1]

Hal yang paling mendasar dalam operasi ekonomis adalah dengan membuat karakteristik input-output dari unit pembangkit termal. Karena ini diperoleh dari desain perencanaan atau melalui tes pembangkit. Adapun definisi dari karakteristik input-output dari pembangkit itu sendiri adalah formula yang menyatakan hubungan antara input pembangkit sebagai fungsi dari output pembangkit. Sedangkan ciri dari unit boiler turbin generator dapat digambarkan dalam gambar 2.1, dimana unit ini memuat sebuah boiler yang menghasilkan uap untuk menjalankan turbin yang dikopel dengan rotor dari generator.



Gambar 2.1
Unit Boiler-Turbin-Generator^[1]

Pada pembangkit termal, input diberikan dalam satuan panas *Btu/jam* atau *Kalori/jam* dari bahan bakar yang diberikan pada boiler untuk menghasilkan output pembangkit. Sedangkan notasi yang digunakan adalah *H (Mbt/h)* atau dalam satuan yang lain *Mkal/jam*. Selain itu input dari pembangkit dapat pula dinyatakan dengan nilai uang yang menyatakan besarnya biaya yang diperlukan untuk bahan bakar. Notasi yang digunakan adalah *F(Rp/h)*. hubungan antara *H* dan *F* dapat dinyatakan dalam rumus berikut ini:

$$F = H \times \frac{\text{Rupiah}}{\text{Mbtu}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana $\frac{\text{Rupiah}}{\text{Mbtu}}$ adalah nilai uang yang diperlukan per satuan panas dari bahan bakar.

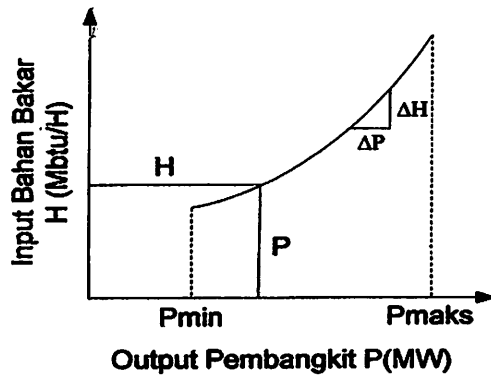
Seperti digambarkan pada gambar 2.1, maka output dari pembangkit tidak hanya dihubungkan dengan sistem saja akan tetapi juga untuk sistem alat bantu dalam pembangkit. Di sini output pembangkit didefinisikan sebagai daya yang dikeluarkan oleh generator untuk beban, diluar untuk keperluan pembangkit itu sendiri. Jadi untuk karakteristik input-output, daya output adalah berupa daya netral dari pembangkit, notasi yang digunakan adalah *P(MW)*.

Persamaan karakteristik input-output pembangkit dapat dilihat pada persamaan 2.2. dan 2.3. dibawah ini, sedangkan kurva dari karakteristik input-output pembangkit dapat dilihat pada gambar 2.2.

$$H=f(P) \dots\dots\dots(2.2)$$

atau

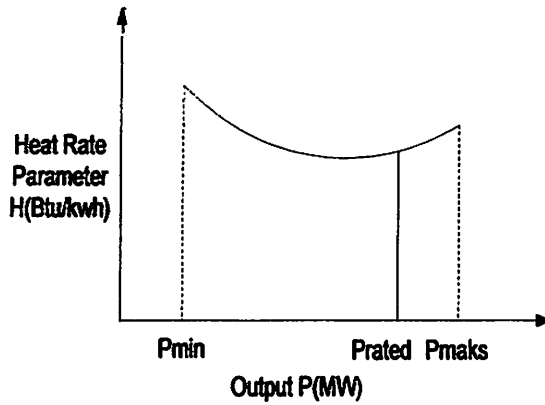
$$F=f(P) \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.2
Kurva Karakteristik Input-Output Pembangkit Termal^[1]

2.2.2. Karakteristik Heat-Rate^[1]

Karakteristik heat-rate merupakan karakteristik yang menunjukkan efisiensi dari sebuah sistem. Karakteristik heat-rate sebuah unit pembangkit menunjukkan input kalor yang diberikan untuk menghasilkan energi sebesar 1 kilowatt jam pada megawatt output dari suatu unit. Kurva dari karakteristik heat-rate ini dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini :



Gambar 2.3
Kurva Karakteristik Heat-Rate Unit Pembangkit^[1]

2.2.3. Karakteristik Incremental Heat Rate dan Incremental Fuel Cost^[1]

Perwujudan yang lain dari karakteristik pembangkit adalah karakteristik *incremental heat rate* dan karakteristik *incremental fuel cost*. Karakteristik ini menyatakan hubungan daya output pembangkit sebagai fungsi *incremental heat rate* atau *incremental fuel cost*. Karakteristik *incremental heat rate* ini menunjukkan besarnya perubahan input energi bila ada perubahan output pembangkit pada megawatt output pembangkit.

Kurva karakteristik *incremental heat rate* atau *incremental fuel cost* dapat dilihat pada gambar 2.4. sedangkan persamaan dari *incremental heat rate* dan *incremental fuel cost* dapat dilihat pada persamaan 2.4 sampai persamaan 2.7.

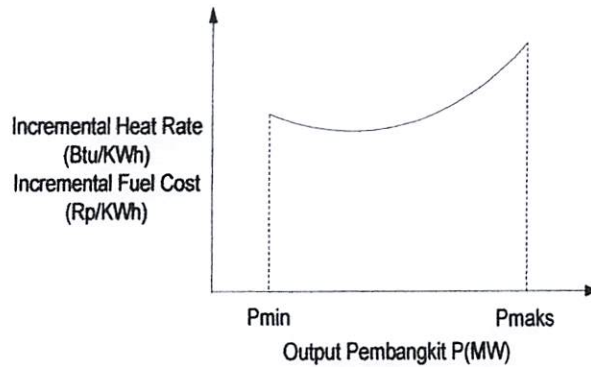
$$\text{Incremental heat - rate} = \frac{\Delta H}{\Delta P} \left(\frac{\text{MBtu}}{\text{kWh}} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Incremental fuel cost} = \frac{\Delta F}{\Delta P} \left(\frac{\text{Rupiah}}{\text{kWh}} \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan mengambil harga ΔP mendekati nol, maka dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$\text{Incremental heat - rate} = \frac{dH}{dP} \left(\frac{\text{MBtu}}{\text{kWh}} \right) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Incremental fuel cost} = \frac{dF}{dP} \left(\frac{\text{Rupiah}}{\text{kWh}} \right) \dots\dots\dots(2.7)$$



Gambar 2.4
Kurva karakteristik Incremental Heat Rate/Fuel Cost⁽¹⁾

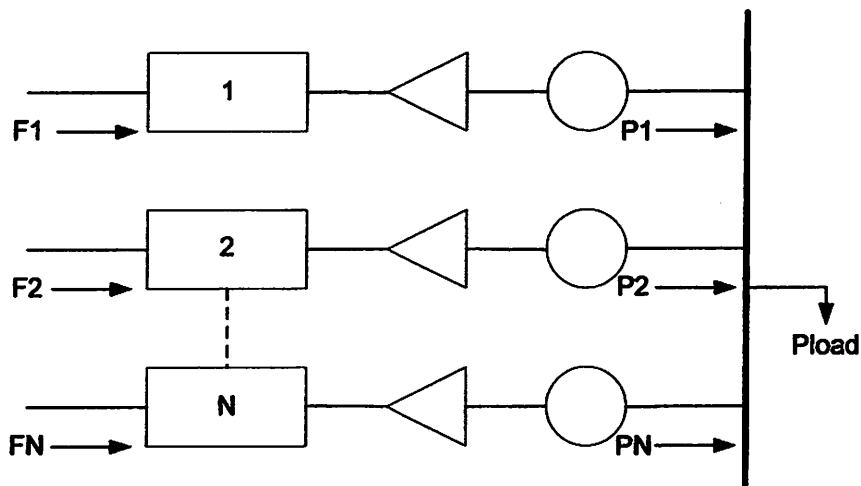
2.3. Economic Dispatch

Dalam pembahasan tentang operasi pada sistem tenaga listrik yang ekonomis, maka kita akan selalu membicarakan tentang *economic dispatch*. Pengertian dari *economic dispatch* itu sendiri adalah pembagian pembebanan pada pembangkit-pembangkit yang ada dalam suatu tenaga listrik, secara optimum ekonomis pada beban tertentu. Dengan dilakukannya *economic dispatch* maka akan didapatkan biaya pembangkitan yang paling murah dalam suatu sistem pembangkit. Oleh karena beban yang harus ditanggung oleh sistem pembangkit selalu berubah setiap periode waktu tertentu, maka perhitungan *economic dispatch* ini dilakukan untuk setiap harga beban tertentu pula

2.3.1. Economic Dispatch dengan Mengabaikan Rugi-rugi Transmisi ^[1]

Dalam sistem tenaga listrik, kerugian transmisi merupakan kehilangan daya yang harus ditanggung oleh sisi pembangkit. Jadi dengan adanya kerugian daya tersebut merupakan tambahan beban bagi sistem tenaga listrik.

Sistem dengan mengabaikan rugi-rugi transmisi dapat dilihat pada gambar 2.5. Sistem ini terdiri dari N buah unit pembangkit termal yang dihubungkan pada single busbar yang melayani beban P_R . Input dari masing-masing unit ditunjukkan oleh F_i yang mewakili biaya dari satu unit pembangkit dan output dari masing-masing unit, P_i adalah daya yang dihasilkan oleh satu unit pembangkit.



Gambar 2.5
 N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban P_R ^[1]

Total biaya rata-rata yang harus ditanggung oleh sistem adalah jumlah dari biaya dari masing-masing unit pembangkit. Dan pembatas yang paling penting adalah bahwa jumlah output dari masing-masing unit pembangkit sama dengan beban di konsumen. Yang menjadi permasalahan adalah meminimalkan total biaya F_T dengan memperhatikan pembatas ϕ bahwa daya yang dihasilkan oleh

pembangkit sama dengan beban yang diterima. Secara matematika pernyataan tersebut diatas dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_N \dots\dots\dots(2.8)$$

$$= \sum_{i=1}^N F_i(P_i)$$

$$\phi = 0 = P_{load} - \sum_{i=1}^N P_i \dots\dots\dots(2.9)$$

Persamaan diatas adalah pembatas yang merupakan masalah dari optimasi dan ini dapat dipecahkan dengan menggunakan kalkulus tingkat lanjut yang melibatkan fungsi Langrange. Dimana fungsi didapat dengan cara menambahkan pembatas ϕ yang telah dikalikan dengan faktor pengali Langrange λ pada fungsi tujuan F_T .

Fungsi Langrange dapat ditunjukkan dengan persamaan dibawah ini:

$$L = F_T + \lambda\theta \dots\dots\dots(2.10)$$

Persamaan Langrange diatas merupakan fungsi dari output pembangkit P_i dan faktor pengali λ . Keadaan optimal dari fungsi tujuan F_T dapat diperoleh dengan operasi gradien dari persamaan Langrange sama dengan nol.

$$\frac{\partial L}{\partial P_i} = \frac{dF_i(P_i)}{dP_i} - \lambda = 0 \dots\dots\dots(2.11)$$

atau

$$0 = \frac{dF_i}{dP_i} - \lambda \dots\dots\dots(2.12)$$

Persamaan terakhir ini menunjukkan bahwa bila diinginkan biaya bahan bakar, F_T yang paling minimum maka *incremental cost* setiap unit pembangkit harus sama yaitu sebesar λ . Kondisi optimal ini tentunya dengan tetap memperhatikan pembatas yang ada yaitu bahwa daya setiap unit pembangkit

harus lebih besar atau sama dengan daya output minimum dan lebih kecil atau sama dengan daya output maksimum yang diijinkan.

Dari N buah unit pembangkit yang ada dalam sistem tenaga yang telah dibahas dan beban sistem sebesar P_R , maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda \quad \text{ada N buah persamaan(2.13)}$$

$$P_i \min \leq P_i \leq P_i \text{ maks} \quad \text{ada 2 N pertidaksamaan(2.14)}$$

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_{load}$$

Dari batasan pertidaksamaan pembatas di atas dapat diperluas menjadi:

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda \quad \text{untuk } P_i \min < P_i < P_i \text{ maks(2.15)}$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \leq \lambda \quad \text{untuk } P_i = P_i \text{ maks(2.16)}$$

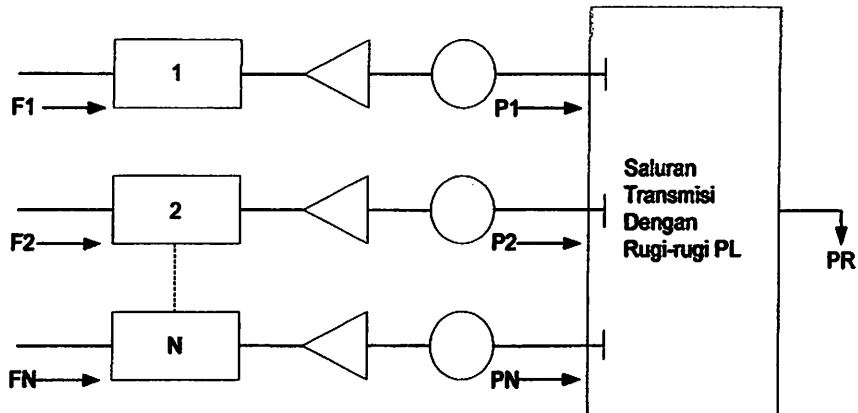
$$\frac{dF_i}{dP_i} \geq \lambda \quad \text{untuk } P_i = P_i \text{ min(2.17)}$$

2.3.2. *Economic Dispatch* dengan Memperhitungkan Rugi-rugi Transmisi ^[1]

Sistem dengan memperhitungkan rugi-rugi transmisi dapat dilihat pada gambar 2.6. Sistem ini terdiri dari N buah unit pembangkit termal dihubungkan melalui saluran transmisi yang melayani beban P_{loss} . Input dari masing-masing unit ditunjukkan oleh F_i yang mewakili biaya dari satu unit pembangkit dan output dari masing-masing unit P_i adalah daya yang dihasilkan oleh satu unit pembangkit.

Total biaya rata-rata yang harus ditanggung oleh sistem adalah jumlah dari biaya dari masing-masing unit pembangkit. Dan batasan yang paling penting

adalah jumlah output dari masing-masing unit pembangkit sama dengan beban di konsumen ditambah rugi-rugi transmisi.



Gambar 2.6
N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban PR Melalui Saluran Transmisi^[1]

$$P_{load} + P_{loss} - \sum_{i=1}^N P_i = \phi = 0 \dots\dots\dots(2.19)$$

$$L = F_T + \lambda\phi \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_i} = \frac{dF_i}{dP_i} - \lambda \left(1 - \frac{\partial P_{loss}}{\partial P_i} \right) = 0 \dots\dots\dots(2.21)$$

Atau

$$\frac{dF_i}{dP_i} + \lambda \frac{\partial P_{loss}}{\partial P_i} = \lambda \dots\dots\dots(2.22)$$

$$P_{load} + P_{loss} - \sum_{i=1}^N P_i = 0 \dots\dots\dots(2.23)$$

2.4. Fungsi Biaya Bahan Bakar ^[1]

Biaya bahan bakar merupakan unsur biaya yang paling penting dalam operasi sistem pembangkit termal. Fungsi bahan bakar $F_i(P_i)$ untuk setiap

pembangkit terhadap daya keluaran diekspresikan dalam bentuk fungsi kuadrat, yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

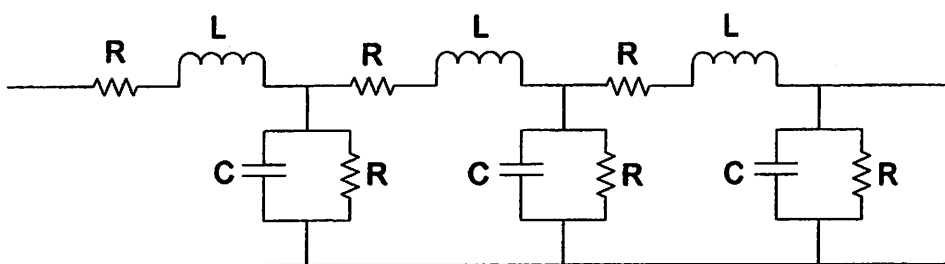
$$F_i(P_i) = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana: a, b, c = Konstanta persamaan dari unit ke-i

P_i = Daya keluaran dari unit ke-i

2.5. Sistem Jaringan Transmisi

Pusat-pusat pembangkit tenaga listrik biasanya terletak jauh dari tempat-tempat dimana tenaga listrik tersebut digunakan. Tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui saluran transmisi. Saluran-saluran transmisi ini membawa tenaga listrik dari pusat-pusat tenaga listrik ke pusat-pusat beban. Suatu saluran transmisi tenaga listrik mempunyai empat parameter yang mempengaruhi kemampuan untuk berfungsi sebagai bagian dari sistem tenaga, yaitu resistansi, induktansi, kapasitansi, dan konduktansi. Keempat parameter saluran transmisi tersebut merata disepanjang saluran transmisi. Parameter-parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap tegangan bus dan aliran daya yang mengalir pada saluran tersebut.



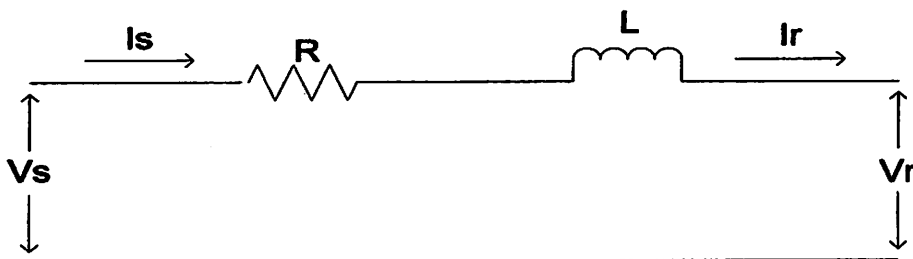
Gambar 2.7
Rangkaian Setara Saluran Transmisi^[2]

Menurut panjangnya, saluran transmisi dapat diklasifikasikan menjadi 3 golongan, yaitu :

1. Saluran transmisi pendek : saluran yang panjangnya 80 km.
2. Saluran transmisi menengah : saluran transmisi yang panjangnya 80-240 km.
3. Saluran transmisi panjang : saluran yang panjangnya.240 km.

2.5.1. Saluran Transmisi Pendek

Rangkaian ekivalen untuk saluran transmisi pendek diperlihatkan pada gambar 2.8, dimana I_s dan I_r merupakan arus pada ujung pengirim dan ujung penerima, sedangkan V_s dan V_r adalah tegangan saluran terhadap netral pada ujung pengirim dan ujung penerima.



Gambar 2.8
Rangkaian Setara Saluran Transmisi Pendek⁽²⁾

Karena tidak ada cabang paralel (shunt), arus pada ujung-ujung pengirim dan penerima akan sama besar :

$$I_s = I_r \dots\dots\dots(2.25)$$

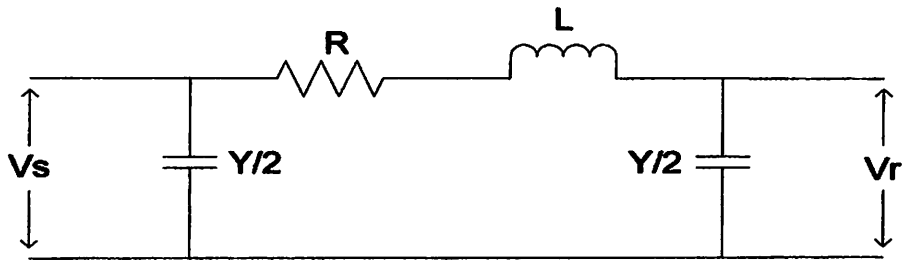
Bila kondisi tegangan pada ujung penerima diketahui, maka tegangan pada ujung sisi kirim adalah :

$$V_s = V_r + I_r.Z \dots\dots\dots(2.26)$$

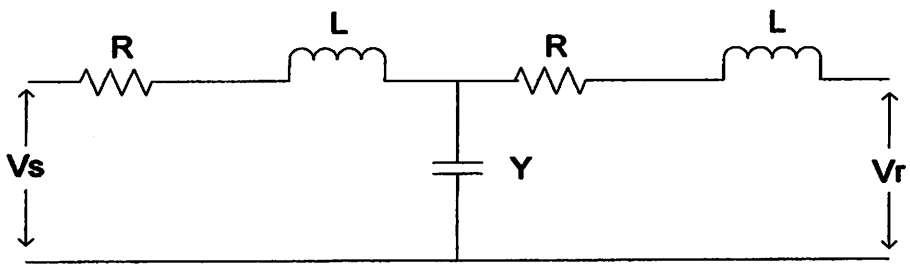
2.5.2. Saluran Transmisi Menengah

Bertambahnya saluran menyebabkan kapasitansi shunt bertambah besar dan tidak dapat diabaikan. Saluran transmisi jarak menengah pada umumnya

digambarkan dengan rangkaian π atau rangkaian T. Dari dua versi ini rangkaian π lebih umum dipakai dari rangkaian T.



(a) Rangkaian Ekivalen π



(b) Rangkaian Ekivalen T

Gambar 2.9
Rangkaian Setara Saluran Transmisi Menengah^[2]

Untuk Rangkaian π berlaku:

$$V_s = \left[\frac{ZY}{2} + 1 \right] V_r + Z I_r \dots \dots \dots (2.27)$$

$$I_s = \left[\frac{ZY}{2} + 1 \right] Y \cdot V_r + \left[\frac{ZY}{4} + 1 \right] I_r \dots \dots \dots (2.28)$$

Untuk Rangkaian T berlaku:

$$V_s = \left[\frac{ZY}{2} + 1 \right] V_r + \left[\frac{ZY}{4} + 1 \right] Z I_r \dots \dots \dots (2.29)$$

$$I_s = Y \cdot V_r + \left[\frac{ZY}{2} + 1 \right] I_r \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana:

- $V_s, I_s =$ Tegangan, Arus sisi kirim
- $V_r, I_r =$ Tegangan, Arus sisi terima
- $Z =$ Impedansi seri total saluran transmisi
- $Y =$ Admitansi shunt total saluran

2.5.3. Saluran Transmisi Panjang

Pada saluran panjang parameter-parameter saluran tidak terpusat menjadi satu, melainkan tersebar merata di seluruh panjang saluran.

Persamaan tegangan dan arus pada setiap titik sepanjang saluran transmisi dengan jarak x dari ujung sisi terima dapat ditulis sebagai berikut :

$$V = \frac{V_r + I_r Z_c}{2} e^{yx} + \frac{V_r - I_r Z_c}{2} e^{-yx} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$I = \frac{\frac{V_r}{Z_c} + I_r}{2} e^{yx} + \frac{\frac{V_r}{Z_c} - I_r}{2} e^{-yx} \dots\dots\dots(2.32)$$

Persamaan untuk saluran transmisi panjang dapat ditulis dalam bentuk hiperbola sebagai berikut:

$$V_{(x)} = V_r \cosh \tau x + I_r Z_c \sinh \tau x \dots\dots\dots(2.33)$$

$$I_{(x)} = I_r \cosh \tau x + \frac{V_r}{Z_c} \sinh \tau x \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana:

$$\tau = \text{Konstanta rambatan pada saluran} = \sqrt{ZY}$$

$$Z_c = \text{Impedansi Karakteristik saluran} = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$$

2.6. Sistem Per-Unit ^[3]

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

$$\text{Besaran Per - unit} = \frac{\text{Besaran sebenarnya}}{\text{Besaran dasar}} \dots\dots\dots(2.35)$$

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

- Untuk data 1 phasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{kVA \text{ dasar 1 phasa}}{kV \text{ dasar } L - N} \dots\dots\dots(2.39)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(kV \text{ dasar } L - N)^2 \times 10^{-3}}{kVA \text{ dasar 1 phasa}} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$Z_d = \frac{(kV \text{ dasar } L - N)^2 \times 1000}{MVA \text{ dasar 1 phasa}} \dots\dots\dots(2.38)$$

- Untuk data 3 phasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{kVA \text{ dasar 3 phasa}}{\sqrt{3} kV \text{ dasar } L - L} \dots\dots\dots(2.39)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(kV \text{ dasar } L - L)^2 \times 10^{-3}}{kVA \text{ dasar 3 phasa}} \dots\dots\dots(2.40)$$

$$Z_d = \frac{(kV \text{ dasar } L - L)^2 \times 1000}{MVA \text{ dasar 3 phasa}} \dots\dots\dots(2.41)$$

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

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

$$Z = \frac{\text{Im pedansi sebenarnya } Z(\Omega)}{\text{Im pedansi dasar } Z_d(\Omega)} \dots\dots\dots(2.42)$$

BAB III
OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN
METODE SWARM INTELLIGENT

3.1. Konsep Aliran Daya^[4]

Penyelesaian aliran daya pada setiap bus menggunakan metode Newton Rapshon perlu diketahui minimal dua parameter dari empat parameter yang diperlukan (daya aktif P , daya reaktif Q , besar tegangan $|v|$ dan sudut fasa tegangan δ). Berdasarkan parameter yang diketahui bus pada sistem dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori bus, yaitu :

1. Bus Beban

Parameter-parameter yang diketahui adalah P dan Q , parameter-parameter yang tidak diketahui adalah $|v|$ dan δ .

2. Bus Generator

Parameter-parameter yang diketahui adalah P dan $|v|$, parameter-parameter yang tidak diketahui adalah Q dan δ , kendala untuk bus ini adalah daya Q , bila dalam perhitungan integrasinya tidak terpenuhi maka bus ini diganti menjadi bus beban.

3. Bus *Swing/Slack*

Parameter-parameter yang diketahui adalah $|v|$ dan δ , biasanya dianggap sebagai bus referensi bus ini selalu mempunyai generator. Dalam perhitungan aliran daya P dan Q bus ini tidak perlu diperhitungkan gunanya untuk memenuhi kekurangan daya seluruhnya setelah perhitungan selesai dilakukan.

Daya total yang mengalir pada setiap bus dituliskan sebagai berikut:

$$S_k = P_k + jQ_k = V_k \cdot I_k$$

Atau

$$P_k - jQ_k = V_k \cdot \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \dots\dots\dots(3.1)$$

Dari persamaan $V_k = V_k + j\delta_k$ dan $Y_{k11} = G_{k11} - jB_{k11}$, maka persamaan 3.1. menjadi:

$$P_k - jQ_k - (v_k + j\delta_k) \sum_{n=1}^N (G_{k11} - jB_{k11})(V_n + j\delta_n) \dots\dots\dots(3.2)$$

Bila dituliskan dalam bentuk real dan imajiner maka persamaan diatas menjadi:

$$P_k = \sum_{n=1}^n [V_k(V_k.G_{kn} + \delta_k.B_{kn}) + \delta_k(\delta_{kn}.G_{kn} - V_k.B_{kn})] \dots\dots\dots(3.3)$$

$$Q_k = \sum_{n=1}^n [\delta_k(V_n.G_{kn} + \delta_n.B_{kn}) - V_k(\delta_n.G_{kn} - V_n.B_{kn})] \dots\dots\dots(3.4)$$

3.1.1. Metode Newton Rapshon

Proses yang dilakukan adalah membandingkan antara daya yang ditempatkan berdasarkan data (P_k , sched dan Q_k , sched) dengan daya hasil perhitungan (P_k , calc dan Q_k , calc) menggunakan persamaan 3.3. dan 3.4. di atas. Selisih daya yang diterapkan dan perhitungan (ΔP_k dan ΔQ_k) dihitung dengan persamaan:

$$\Delta P_k = P_{k, sched} - P_{k, calc} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\Delta Q_k = Q_{k, sched} - Q_{k, calc} \dots\dots\dots(3.6)$$

Selisih daya dihitung dengan persamaan 3.5. dan persamaan 3.6. 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 merupakan turunan parsial P dan Q terhadap masing-masing variabel pada persamaan 3.3. dan 3.4., yang dalam bentuk matrik dituliskan sebagai:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_2^{(k)} \\ \vdots \\ \frac{\Delta P_n^{(k)}}{\Delta Q_2^{(k)}} \\ \vdots \\ \Delta Q_n^{(k)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_2} \dots \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_2|} \dots \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_2} \dots \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_2|} \dots \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_2} \dots \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_2|} \dots \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_2} \dots \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_2|} \dots \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2^{(k)} \\ \vdots \\ \frac{\Delta \delta_n^{(k)}}{\Delta |V_2^{(k)}|} \\ \vdots \\ \Delta |V_2^{(k)}| \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J1 & J2 \\ J3 & J4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.7)$$

Dimana elemen-elemen Jacobian dapat dihitung dengan menurunkan persamaan-persamaan 3.3. dan 3.4.

Perubahan nilai tegangan bus dijumlahkan dengan nilai tegangan bus sebelumnya, yang kemudian nilai tegangan bus terbaru ini digunakan untuk menghitung daya P_k , $calc$ dan Q_k , $calc$ menurut persamaan 3.3. dan 3.4. proses ini terus berulang, yang disebut iterasi hingga mencapai kondisi dimana nilai perubahan daya ΔP dan ΔQ konvergen mencapai suatu nilai minimum yang telah ditentukan (berkisar 0,001 hingga 0,0001 pu).

3.1.2. Prosedur Aliran Daya Newton Raphson

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 untuk turunan parsial yang ditentukan dengan differensiasi persamaan (3.3) dan (3.4).
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 $\Delta |V|$ lebih kecil dari suatu indeks ketepatan yang telah dipilih.

3.2. Optimal Power Flow^[6]

OPF dipakai untuk mengoptimasi fungsi objektif dalam pengoperasian sistem tenaga (biaya bahan bakar pada pembangkit termal) pada saat terpenuhinya pengaturan sistem operasi pembatas, termasuk ketentuan pembatas oleh jaringan.

Masalah OPF dapat diformulasikan sebagai masalah optimasi matematika seperti berikut:

$$\text{Min: } f(x,u) \dots \dots \dots (3.8)$$

$$\text{subject to: } g(x,u) = 0 \dots \dots \dots (3.9)$$

$$h(x,u) \leq 0 \dots \dots \dots (3.10)$$

$$u \in U \dots \dots \dots (3.11)$$

Dimana :

$$X^T = [\delta \ VL^T] \dots \dots \dots (3.12)$$

$$U^T = [P_G^T \ V_G^T \ t^T \ Q_{SH}^T] \dots \dots \dots (3.13)$$

Batas-batas persamaan (3.9) adalah persamaan aliran daya non linear. Batas-batas pertidaksamaan (3.10) adalah batas –batas fungsi pengoperasian, seperti:

- Batas-batas besarnya tegangan bus beban ;
- Kemampuan reaktif generator ;
- Batas-batas keluaran daya aktif *slack* bus

Batas-batas (3.11) mendefinisikan bagian yang mungkin terjadi pada masalah kontrol variabel, seperti:

- Batas-batas unit keluaran daya aktif;
- Batas-batas besarnya tegangan bus generator.

3.3. Metode Swarm Intelligent^[5]

SI adalah suatu metode yang didasarkan pada optimalisasi berdasarkan populasi yang pertama kali ditemukan oleh Eberhart dan rekannya. Beberapa kemampuan SI menyertakan pula kasus penerapan kenyataan bahwa tidak ada gradient informasi yang diperlukan. Hal ini bisa dipakai untuk menyelesaikan

suatu persoalan yang luas untuk persoalan optimalisasi yang berbeda. Seperti halnya evolusi algoritma, penerapan teknik SI mendukung pencarian menggunakan suatu populasi dari partikel, berhubungan secara satu per satu. Masing – masing partikel mewakili suatu calon penyelesaian terhadap persoalan yang ada ditangan. Dalam sistem SI, perubahan partikel menggantikan posisinya dengan melayang disekitar daerah pencarian ruang multi dimensi sampai didapatkan batasan penghitungan.

Teknik SI merupakan suatu evolusi teknik perhitungan, namun teknik tersebut berbeda dari algoritma perhitungan secara evolusioner yang dikenal sebagai suatu algoritma genetik. Meskipun suatu populasi dipakai untuk mencari ruang, tidak ada operator yang terinspirasi oleh penerapan prosedur DNA manusia pada populasi. Meskipun demikian, didalam penerapan metode SI, kedinamisan populasi mensimulasikan suatu perilaku ‘kicauan burung’, yang berguna untuk menginformasikan sesuatu yang memegang peranan dari pengalaman sebelumnya untuk semua rekan–rekan kita selama proses pencarian pakan. Oleh karena itu, masing – masing rekan, disebut dengan partikel, didalam populasi, yang disebut dengan gerombolan yang kita asumsikan dengan “terbang” melebihi pencarian ruang untuk menemukan daerah yang tepat. Sebagai contoh: dalam proses minimalisasi, seperti halnya penguasaan wilayah yang lebih rendah nilai fungsinya dibandingkan wilayah lainnya, yang telah dikunjungi sebelumnya. Dalam hal ini, masing–masing partikel diperlakukan sebagai suatu titik didalam ruang berdimensi–D, yang bisa mengatur kemampuan “terbang” sesuai dengan pengalaman terbang sebagai pengalaman terbang dari partikel lainnya (rekannya). Didalam SI, suatu partikel didefinisikan sebagai suatu titik

perpindahan dari *hyperspace*. Untuk setiap partikel, pada kenaikan arus per waktu, suatu rekanan tetap pada posisinya, kecepatan, dan posisi terbaik yang ditemukan didalam pencarian ruang teresa jauh.

3.4. Pengontrolan Tegangan dan Daya Reaktif Menggunakan Metode Swarm Intelligent (SI)

Sasaran utama dari pengontrolan daya reaktif adalah untuk meminimkan rugi-rugi daya aktif dalam sistem tersebut tanpa melebihi limit pergerakan yang diperbolehkan, serta memenuhi batas tegangan yang sesuai. Hal ini dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$\text{Minimisasi } f_c(x,y) = \sum_{i=1}^n \text{Loss}_i, \dots\dots\dots(3.14)$$

Dimana :

n : jumlah cabang

x : variabel kontinyu

y : variabel diskrit

Loss_i : kerugian daya (Ploss) pada cabang i

Dalam sebagian besar masalah optimasi non linear perlu dipertimbangkan dengan menggeneralisasi fungsi sasaran menggunakan generator bus, tegangan bus, injeksi daya reaktif, limit kapasitas kapasitor, angka pergerakan maksimum yang diperbolehkan untuk kapasitor, instalasi sumber daya reaktif yang merupakan variabel kontrol sebagai bentuk pinalti dalam pegontrolan masalah penyaluran daya reaktif. Dengan pengoptimalan variabel kontrol tersebut,

pengontrolan daya reaktif dapat digunakan untuk perhitungan total rugi daya pada transmisi.

Prosedur pencarian oleh SI yang didasarkan pada konsep di atas dapat dijelaskan sebagai berikut. Sebuah kumpulan dari agen mengoptimalkan fungsi sasaran tertentu. Setiap agen mengetahui nilai terbaik (*Pbest*) dan posisi dalam XY. Lagipula, setiap agen tahu nilai terbaik dalam kelompok (*Gbest*) diantara *Pbest*, yaitu nilai terbaik dalam kelompok. Modifikasi kecepatan dari masing-masing agen dapat dihitung dengan menggunakan kecepatan arus dan jarak dari *pbest* dan *gbest* ditunjukkan dibawah ini :

$$V_{ij}(t+1) = X[V_{ij}(t) + \phi_1 \text{rand}(0, x)\{Y_{ij}(t) - X_{ij}(t)\} + \phi_2 \text{rand}(0, x)\{G_{ij}(t) - X_{ij}(t)\}] \dots\dots\dots(3.15)$$

Dimana :

$V_y(t+1)$ =Komponen kecepatan dari partikel ke-i yang berhubungan dengan dimensi ke-j

ϕ_1, ϕ_2 = Variabel kendali

Y_y = Posisi terbaik dari partikel ke-i dengan hubungan dimensi ke-j

rand = Angka acak antara 0 dan 1

X_y = Posisi arus dari partikel ke-i dengan hubungan dimensi ke-j

X = Suatu penyelesaian calon yang diwakili dengan suatu vektor dimensional-m, dimana m adalah jumlah parameter yang dioptimalkan

G_y = *Gbest* dari kelompok partikel ke-i dengan hubungan dimensi ke-j

Posisi sekarang (titik pencarian baru) dapat dimodifikasi dengan persamaan berikut :

$$X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t+1) \dots\dots\dots(3.16)$$

Variabel diskrit dapat dicari menggunakan persamaan (3.15) dan persamaan (3.16) dengan modifikasi. Seluruh perhitungan dari sisi kanan persamaan (3.15) dapat didiskritkan terhadap angka diskrit yang sudah ada. Yaitu angka diskrit yang dapat digunakan untuk $V_{ij}(t)$, ϕ_1 , ϕ_2 , G_y , X_y , Y_y , rand dan masing masing bentuk perhitungan. Kemudian jika kita menggunakan persamaan kontinyu asli untuk perhitungan variabel diskrit , baik variabel keadaan ataupun variabel diskrit dapat dicari menggunakan algoritma.

Suatu populasi dari partikel yang diinisialisasikan dengan posisi acak dan percepatan X_i dan V_i suatu fungsi F_r * yang dievaluasi, dengan menggunakan koordinat posisi partikel sebagai nilai masukan. Posisi dan percepatan yang diatur dan fungsi yang dievaluasi dengan korrdinat baru pada setiap tahapan waktu. Ketika suatu partikel menemukan suatu pola yang lebih baik dibandingkan pola sebelumnya dengan suatu agen tertentu dan posisi arus yang secara stokastik ditambahkan terhadap percepatan arus, yang menyebabkan trayektori akan berosilasi disekitar titik tersebut. Lebih lanjut, masing-masing partikel didefinisikan dengan suatu topologi disekitarnya dengan membandingkannya beberapa partikel dalam populasi. Secara stokastik dititik berartikan adanya perbedaan antara posisi G_j terbaik dan posisi arus yang juga ditambahkan terhadap percepatannya, pengaturan arus untuk langkah selanjutnya. Pengaturan ini terhadap pergerakan partikel melalui ruang yang menyebabkan pencarian disekitar dua posisi terbaik.

Posisi $Pbest$ berhubungan dengan partikel i dari posisi terbaik dimana partikel berada (nilai sebelumnya dari X_i) yang merupakan hasil dengan nilai kesesuaian tinggi untuk partikel tersebut. Untuk suatu proses minimalisasi, posisi dari fungsi nilai yang lebih kecil diperuntukkan untuk mendapatkan kelayakan. Simbol F_t bisa dipergunakan untuk menandakan fungsi obyektif diminimalkan. Perbaikan persamaan untuk posisi $Pbest$ ditampilkan dalam persamaan:

$$Y_i(t+1) = \begin{cases} Y_i(t) & \text{if } F_t * [X_i(t+1)] \geq F_t * [Y_i(t)] \\ X_i(t+1) & \text{if } F_t * [X_i(t+1)] < F_t * [Y_i(t)] \end{cases} \dots\dots\dots(3.17)$$

$Gbest$ memberikan laju yang lebih cepat dari konvergensi ketahanan biaya. Penggunaan metode tersebut hanya merupakan suatu penyelesaian terbaik yang disebut dengan $Gbest$, melintasi partikel secara berkelompok. Partikel ini bertindak sebagai suatu penarik, mendorong semua partikel kedepan. Bahkan semua partikel akan memusatkan semua partikel terhadap posisinya, sehingga jika posisi partikel tidak diperbaharui terus-menerus keberadaan partikel bisa terpusat lebih awal. Parameter-parameter kendali (ϕ_1 dan ϕ_2) terdapat dua fakta yang perlu dipertimbangkan ketika pengaturan ϕ_1 dan ϕ_2 . pada fakta pertama berhubungan antara dua nilai yang menentukan titik tarik yang diberikan melalui persamaan berikut:

$$\frac{\phi_1 Y_1(t) + \phi_2 G(t)}{\phi_1 + \phi_2} \dots\dots\dots(3.18)$$

Jika $\phi_1 \ll \phi_2$, partikel i akan lebih menarik untuk menemukan posisi terbaik, $Y_i(t)$ dibandingkan posisi terbaik yang ditemukan dan penggunaan cara lainnya $G(t)$. Sebaliknya, jika $\phi_1 \ll \phi_2$ pada kasus ekstrim lainnya dimana $\phi_1 = 0$, partikel mempunyai bagian pembelajaran kognitif berupa 0, dan bagian titik tunggal diberi

notasi $G(t)$. Pada intinya secara berkelompok masuk kedalam kurva besar. Jika $\phi_1 = \phi_2$ masing-masing partikel bertindak sebagai $Y_i(t)$ dan $G(t)$. Sejak ϕ_1 mengekspresikan seberapa banyak partikel mempunyai data yang diperlukan, proses ini disebut dengan parameter kognitif dan semenjak ϕ_2 mengekspresikan seberapa banyak terjadinya pengelompokan yang disebut parameter sosial. Dalam penerapan parameter kendali yang sama seperti halnya $\phi_1 = \phi_2$. oleh karena itu variabel-variabel kendali bisa menimbulkan pengelompokan yang bereaksi dengan cepat berubah dalam penelitian, sehingga jika diatur dalam posisi rendah maka partikel akan bereaksi lambat dan bergerak dalam gelombang dengan nilai besar dan frekuensi rendah.

Faktor penyempitan (λ): Faktor ini bisa memastikan terjadinya konvergensi. Nilai rendah dari λ akan menyebabkan konvergensi cepat dan sedikit eksplorasi dan nilai tinggi yang memberikan konvergensi lambat dan lebih banyak eksplorasi. Seorang ahli Matematika bernama Maurice Clerc yang mengusulkan menggunakan faktor penyempitan dalam makalah, Dia telah melakukan penelitian pengelompokan partikel sistem yang berarti kedalam sistem differensial orde kedua. Dengan demikian, hal ini memungkinkan untuk menentukan dalam kondisi apa pengelompokan akan menjadi konvergensi. Dalam model penyempitan, kita bisa mengatur λ sebagai suatu fungsi ϕ_1 dan ϕ_2 sehingga konvergensi bisa dipastikan meskipun tanpa V_{max} . Dengan tambahan parameter k , yang mengendalikan kecepatan konvergensi dari partikel-partikel terhadap titik atraksi, yang ditambahkan sebagai ganti λ . Keuntungan yang diharapkan dari pergeseran λ terhadap k dimana k bisa mengontrol pengelompokan secara lebih mudah dan segera. Apabila k dekat dengan 0, kita

akan mendapatkan konvergensi cepat (hampir menyerupai reaksi grafik peningkatan), dan jika k dekat dengan 1, maka kita akan mendapatkan konvergensi yang lebih lambat dengan suatu derajat eksplorasi tinggi, yang memungkinkan untuk persoalan banyak model. Faktor penyempitan dalam persamaan perbaikan kecepatan diwakili λ

$$X = \frac{2X}{|2 - \varphi - \sqrt{\varphi^2 - 4\varphi}|} \dots\dots\dots(3.19)$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 \quad \varphi > 4 \dots\dots\dots(3.20)$$

Penghentian kriteria : Berikut ini adalah kondisi-kondisi dibawah proses pencarian yang akan dihentikan. Dalam penyelidikan ini, pencarian akan terhenti jika satu dari kriteria berikut ini memenuhi syarat :

- a. Jumlah dari perulangan mulai perubahan terakhir penyelesaian terbaik lebih besar dari jumlah khusus.
- b. Jumlah perulangan yang didapatkan dari jumlah maksimal yang diperbolehkan.

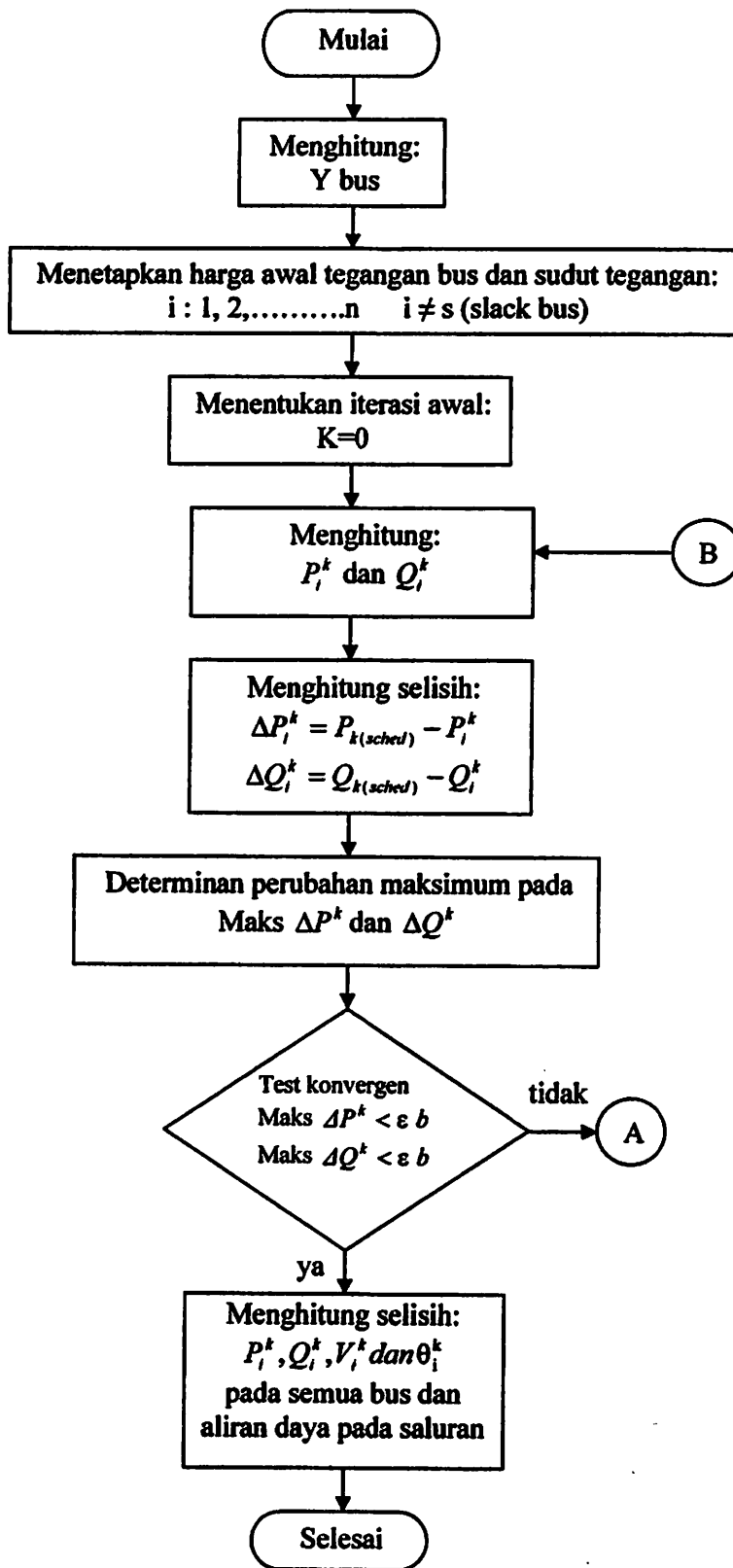
3.5. Algoritma dan Flowchart Penyelesaian Masalah

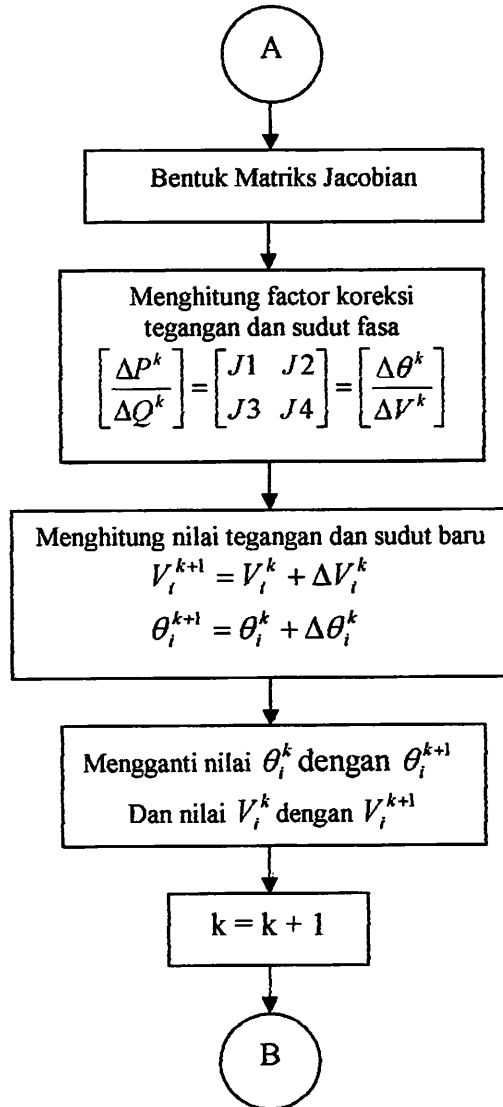
3.5.1. Algoritma Aliran Daya Newton Raphson

1. Bentuk matrik admitansi bus : [Ybus]
2. Penetapan harga awal tegangan dan sudut fasa untuk semua bus kecuali bus slack $[V_i(0), \delta(0)]$.
3. Menentukan nomor iterasi awal, $k=0$.
4. Menghitung injeksi daya aktif dan reaktif pada setiap bus dengan persamaan kecuali bus slack.

5. Menghitung selisih daya yang dijadwalkan dengan injeksi daya bus dari perhitungan.
6. Menentukan perubahan maksimum pada daya aktif dan daya reaktif.
7. Membandingkan apakah selisih daya sudah sama atau lebih kecil dari ϵ .
8. Jika "ya" hitung daya aktif dan reaktif, tegangan dan sudut fasa tegangan pada setiap bus, serta aliran daya pada saluran dan perhitungan selesai, jika "tidak" lanjutkan ke langkah berikutnya.
9. Membentuk elemen matrik Jacobian.
10. Menghitung faktor koreksi tegangan dan sudut fasa setiap bus kecuali bus slack dan bus generator.
11. Menghitung nilai tegangan dan sudut fasa yang baru.
12. Mengganti nilai sudut fasa yang lama dengan sudut fasa yang baru, tegangan yang lama dengan tegangan yang baru.
13. Perhitungan dilanjutkan ke langkah 4 dengan nilai iterasi yang baru sampai hasil yang didapatkan konvergen.

3.5.2. Flowchart Perhitungan Aliran Daya Newton Raphson





3.5.3. Algoritma Pengontrolan Daya Reaktif Menggunakan SI

1. Masukkan parameter (tegangan, sudut fasa tegangan, daya aktif, daya reaktif, data impedansi saluran, data pembangkitan)

2. Aliran Daya menggunakan Newton Raphson.

3. P_{best} ditetapkan pada tiap-tiap pencarian awal.

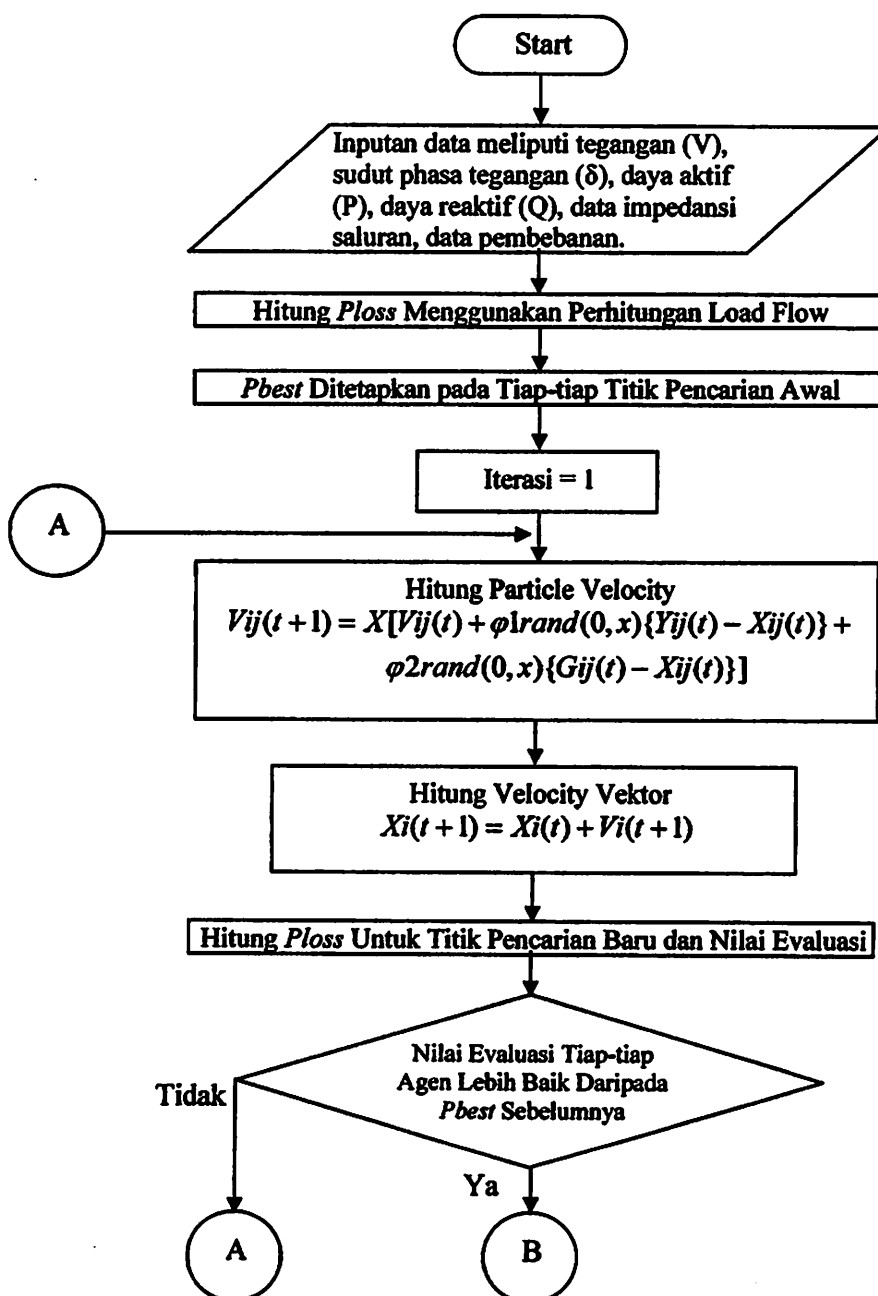
4. Iterasi = 1

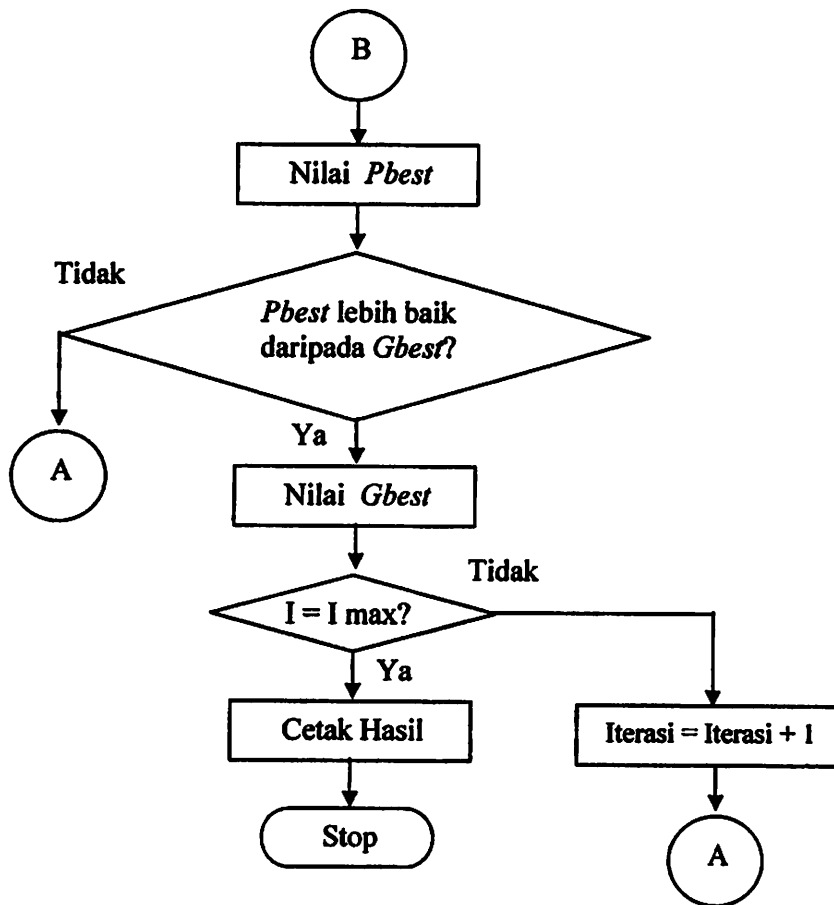
5. Update Particle Velocity
$$V_{ij}(t+1) = X[V_{ij}(t) + \phi_1 rand(0, x)\{Y_{ij}(t) - X_{ij}(t)\} + \phi_2 rand(0, x)\{G_{ij}(t) - X_{ij}(t)\}]$$

6. Update Velocity Vektor $X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t+1)$

7. *Ploss* untuk pencarian baru.
8. Apakah nilai evaluasi tiap agen lebih baik daripada *Pbest* sebelumnya?
 - i. Jika “Ya” teruskan dan cari nilai *Pbest*.
 - ii. Jika “Tidak” kembali ke langkah 5 (Update Particle Velocity).
9. Apakah *Pbest* lebih baik daripada *Gbest*?
 - i. Jika “Ya” lanjutkan ke langkah berikutnya.
 - ii. Jika “Tidak” kembali ke langkah 5 (Update Particle Velocity).
10. Apakah iterasi sudah maksimum?
 - i. Jika “Ya” lanjutkan ke langkah 11.
 - ii. Jika “Tidak” kembali ke langkah 5 dengan $i = i + 1$
11. Cetak Hasil.
12. Berhenti.

3.5.4. Flowchart Pengontrolan Tegangan dan Daya Reaktif Menggunakan Swarm Intelligent





BAB IV

HASIL DAN ANALISA HASIL

4.1. Program Komputer Optimal Power Flow menggunakan Metode Swarm Intelligent (SI)

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

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman Matlab 7.0.4 dan diaplikasikan pada komputer *Pentium Dual Core*, dengan *Prosesor 3 Ghz*, *Memori 512 Mb*. Bahasa pemrograman Matlab merupakan bahasa pemrograman yang relatif mudah untuk dipelajari dan digunakan.

4.2. Validasi Program Menggunakan Data Sistem IEEE 30-Bus

4.2.1. Data Sistem IEEE 30-Bus

Tabel 4.1
Data Generator dan Konstanta Biaya IEEE 30-Bus

No	Bus	P^{\min} MW	P^{\max} MW	Q^{\min} MVAR	Q^{\max} MVAR	Konstanta Biaya		
						A	B	C
1.	1	50	125	-20	150	0,00375	2,0000	0,0000
2.	2	20	62.5	-20	60	0,01750	0,6800	0,0000
3.	5	15	35	-15	62,5	0,06250	0,5000	0,0000
4.	8	10	30	-15	50	0,00834	0,2600	0,0000
5.	11	10	25	-10	40	0,02500	1,0000	0,0000
6.	13	12	15	-15	45	0,02500	1,0000	0,0000

Tabel 4.2
Data Bus IEEE 30-Bus

No Bus	Tegangan (pu)	Pgen (MW)	Qgen (MVAR)	Pload (MW)	Qload (MW)	Tipe Bus
1	1,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1
2	1,0300	57,5600	4.4500	21,7000	12,7000	2
3	1,0000	0,0000	0,0000	2,4000	1,2000	3
4	1,0000	0,0000	0,0000	7,6000	1,6000	3
5	1,0100	24,5600	22.790	94,2000	19,0000	2
6	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
7	1,0000	0,0000	0,0000	22,8000	10,9000	3
8	1,0200	35,0000	34.26	30,0000	30,0000	2
9	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
10	1,0000	0,0000	0,0000	5,8000	2,0000	3
11	1,0500	17,9300	29.290	0,0000	0,0000	2
12	1,0000	0,0000	0,0000	11,2000	7,5000	3
13	1,0500	16,9100	36.490	0,0000	0,0000	2
14	1,0000	0,0000	0,0000	6,2000	1,6000	3
15	1,0000	0,0000	0,0000	8,2000	2,5000	3
16	1,0000	0,0000	0,0000	3,5000	1,8000	3
17	1,0000	0,0000	0,0000	9,0000	5,8000	3
18	1,0000	0,0000	0,0000	3,2000	0,9000	3
19	1,0000	0,0000	0,0000	9,5000	3,4000	3
20	1,0000	0,0000	0,0000	2,2000	0,7000	3
21	1,0000	0,0000	0,0000	17,5000	11,2000	3
22	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
23	1,0000	0,0000	0,0000	3,2000	1,6000	3
24	1,0000	0,0000	0,0000	8,7000	6,7000	3
25	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
26	1,0000	0,0000	0,0000	3,5000	2,3000	3
27	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
28	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
29	1,0000	0,0000	0,0000	2,4000	0,9000	3
30	1,0000	0,0000	0,0000	10,6000	1,9000	3

Tabel 4.3
Data Saluran IEEE 30-Bus

No	Dari Bus	Ke Bus	R(pu)	X(pu)	B(pu)
1	1	2	0,0192	0,0575	0,0264
2	1	3	0,0452	0,1852	0,0204
3	2	4	0,0570	0,1737	0,0184
4	3	4	0,0132	0,0379	0,0042
5	2	5	0,0472	0,1983	0,0209
6	2	6	0,0581	0,1763	0,0187
7	4	6	0,0119	0,0414	0,0045
8	5	7	0,0460	0,1160	0,0102
9	6	7	0,0267	0,0820	0,0085
10	6	8	0,0120	0,0420	0,0045
11	6	9	0,0000	0,2082	0,0000
12	6	10	0,0000	0,5560	0,0000
13	9	11	0,0000	0,0280	0,0000
14	9	10	0,0000	0,1100	0,0000
15	4	12	0,0000	0,2560	0,0000
16	12	13	0,0000	0,1400	0,0000
17	12	14	0,1231	0,2559	0,0000
18	12	15	0,0602	0,1304	0,0000
19	12	16	0,0945	0,1987	0,0000
20	14	15	0,2210	0,1997	0,0000
21	16	17	0,0824	0,1932	0,0000
22	15	18	0,1070	0,2185	0,0000
23	18	19	0,0639	0,1292	0,0000
24	19	20	0,0340	0,0680	0,0000
25	10	20	0,0936	0,2090	0,0000
26	10	17	0,0324	0,0845	0,0000
27	10	21	0,0348	0,0749	0,0000
28	10	22	0,0727	0,1499	0,0000
29	21	22	0,0116	0,0236	0,0000
30	15	23	0,1000	0,2020	0,0000
31	22	24	0,1150	0,1790	0,0000
32	23	24	0,1320	0,2700	0,0000
33	24	25	0,1885	0,3292	0,0000
34	25	26	0,2544	0,3800	0,0000
35	24	27	0,1093	0,2087	0,0000
36	28	27	0,0000	0,3960	0,0000
37	27	29	0,2198	0,4153	0,0000
38	27	30	0,3202	0,6027	0,0000
39	29	30	0,2399	0,4533	0,0000
40	8	28	0,0636	0,2000	0,0214
41	6	28	0,0169	0,0599	0,0065

4.2.2. Hasil Perhitungan Validasi Sistem IEEE 30-Bus Menggunakan Metode Swarm Intellegent

Untuk perbandingan nilai tegangan dan keluaran daya aktif antara hasil program dengan hasil referensi dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4
Perbandingan Nilai Tegangan dan Keluaran Daya Aktif
Antara Hasil Program dengan Hasil Referensi

No	Bus	Hasil Referensi		Hasil Program	
		Pgen (MW/h)	Biaya (\$/h)	Pgen (MW/h)	Biaya (\$/h)
1	1	66.997	350.17	66.964	341.12
2	2	82.890	97.12	80.000	110.86
3	5	35.979	49.98	35.984	42.8
4	8	35.000	19.32	35.000	15.31
5	11	30.000	25.97	30.000	40.63
6	13	40.000	24.06	40.000	20.63
TOTAL		290.866	566.62	287.948	571.35
Total Pembangkitan		283.4 MW/h		283.4 MW/h	
Rugi Saluran		7.466 MW/h		7.494 MW/h	

Untuk mencari tingkat kesalahan perhitungan (*error*) dapat dicari dengan rumus :

$$Error = \frac{Data\ hasil\ referensi - Data\ hasil\ program}{Data\ hasil\ referensi} \times 100\%$$

Contoh :

Untuk mencari tingkat kesalahan dalam perhitungan dari rugi saluran adalah:

$$Error = \frac{7.466 - 7.494}{7.466} \times 100\%$$

$$= 0.37 \%$$

Sedangkan perbandingan biaya total antara hasil program dengan hasil referensi adalah biaya total hasil referensi sebesar 566.62 \$/h, sedangkan biaya total hasil program sebesar 571.35 \$/h. perbandingan daya aktif yang

dibangkitkan sesuai data hasil referensi sebesar 290.866 MW/h, sedangkan daya aktif yang dibangkitkan sesuai data hasil program sebesar 290.894 MW/h. untuk rugi daya antar saluran sesuai data referensi sebesar 7.466 MW/h sedangkan rugi daya sesuai data hasil program sebesar 7.494 MW/h.

Sehingga kesalahan perhitungan untuk keluaran daya aktif sebesar 0,0096%, rugi-rugi daya antar saluran sebesar 0,37% dan untuk biaya pembangkitan sebesar 0,83%.

4.3. Data Pembangkitan Termal Pada Region IV Jawa Timur - Bali

Pada skripsi ini akan membahas pembangkitan termal yang berada pada sub-sistem Area IV Jawa Timur-Bali yang terdiri dari : PLTGU Gresik, PLTU Paiton 1-2, PLTU Gresik, PLTGU Grati, PLTU Perak PLTU Gilimanuk, PLTD Pesanggaran, dan PLTG Pesanggaran.

Untuk data dari bentuk karakteristik semua unit pembangkit yang dibahas dalam skripsi ini beserta kapasitasnya juga biaya bahan bakar yang digunakan dalam perhitungan adalah berdasarkan data dari PT. PLN (Persero) P3B Region IV Jawa Timur-Bali.

Tabel 4.5
Parameter Unit Pembangkit Termal

Nama Pembangkit	a	b	c	Pmin (MW)	Pmax (MW)
PLTGU Gresik	1,1738	1097,72	3737,896	140,0	600,00
PLTU Paiton 1-2	6,7800	130,00	388144,00	140,0	800,00
PLTU Gresik	7,3680	4266,08	6240,00	150,0	600,00
PLTGU Grati	0,3042	1855,00	148332,00	145,0	1052,00
PLTU Perak	0,0800	235,00	16950,00	25,0	150,00
PLTU Gilimanuk	1,4069	1599,00	87435,00	25,0	140,00
PLTD Pesanggaran	14,2932	1670,00	88960,00	3,0	50,00
PLTG Pesanggaran	113,90000	5297,00	139560,00	10,0	75,00

Keterangan :

- a = Koefisien pembebanan tahunan biaya bahan bakar terhadap pendapatan penjualan tenaga listrik per tahun.**
- b = Koefisien pembebanan tahunan biaya pemeliharaan terhadap pendapatan penjualan tenaga listrik per tahun.**
- c = Koefisien pembebanan tahunan belanja kepegawaian terhadap pendapatan penjualan tenaga listrik per tahun.**

Dengan memasukkan data-data pada tabel 4.1. ke persamaan fungsi biaya bahan bakar maka untuk unit pembangkit termal PLTU Paiton 1-2 diperoleh sebagai berikut :

Biaya bahan bakar pembangkit :

$$F_i(G_i) = a_i P_{G_i}^2 + b_i P_{G_i} + c_i$$

$$\begin{aligned} F_1(G_2) &= 6,78P^2 + 130P + 388144 \\ &= 6,78 (372)^2 + 130(372) + 388144 \\ &= 938243,52 + 48360 + 388144 \\ &= \text{Rp } 1.374.747,52/\text{jam} \end{aligned}$$

4.4. Data Pembebanan Pada Region IV 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 4.6
Penomoran Bus

NO BUS	NAMA BUS	NO BUS	NAMA BUS
1	GRESIK BARU	46	KARANG PILANG
2	PAITON	47	RUNGKUT
3	GONDANG WETAN	48	SUKOLILO
4	REJOSO	49	KENJERAN
5	SITUBONDO	50	UJUNG
6	BANYUWANGI	51	NGAGEL
7	KRAKSAAN	52	SIMPANG
8	PROBOLINGGO	53	WONOKROMO
9	GENDING	54	KREMBANGAN
10	LUMAJANG	55	GILITIMUR
11	BONDOWOSO	56	BUDURAN
12	TANGGUL	57	SEGORO MADU
13	JEMBER	58	PETROKIMIA
14	GENTENG	59	LAMONGAN
15	PIER	60	BABAT
16	BANGIL	61	BOJONEGORO
17	BUMICOKRO	62	TUBAN
18	BULUKANDANG	63	KEREK
19	LAWANG	64	MLIWANG
20	KEBONAGUNG	65	BALONGBENDO
21	SUTAMI	66	SEKAR PUTIH
22	SENGKALING	67	NGORO
23	PAKIS	68	KERTOSONO
24	WLINGI	69	BANARAN
25	JAYA KERTAS	70	MOJOAGUNG
26	SURABAYA BARAT	71	SEMEN TUBAN
27	ALTA PRIMA	72	ISPAT INDO
28	DRIYOREJO	73	SURYA ZIGZAG
29	BABADAN	74	MANISREJO
30	KASIH JATIM	75	NGAWI
31	CERME	76	GILIMANUK
32	MANYAR	77	PEMARON
33	GRESIK LAMA	78	BATURITI
34	BANGKALAN	79	PAYANGAN
35	SAMPANG	80	KAPAL
36	PAMEKASAN	81	ANTOSARI
37	SUMENEP	82	NEGARA
38	GRATI	83	PADANG SAMBIAN
39	TANDES	84	PESANGGARAN
40	PERAK	85	NUSA DUA
41	DARMO GRANDE	86	SANUR
42	SAWAHAN	87	GIANYAR
43	UNDAAN	88	AMLAPURA
44	KUPANG	89	PLTD PESANGGARAN
45	WARU	90	PLTG PESANGGARAN

Sebelum memasukkan nilai pada tabel 4.7. nilai-nilai tegangan pada data diubah satuannya menjadi satuan per unit. Berikut perhitungan konversi satuan dari kV menjadi pu.

- Pada Bus 1 : $V_{(pu)} = \frac{V \text{ dari data (kV)}}{V \text{ Data (kV)}} = \frac{151,5}{150} = 1,01 pu$

Pada bus-bus selanjutnya, dilakukan hal yang sama seperti diatas dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7
Data Pembangkitan dan Pembebanan Saluran Transmisi 150 kV
Region IV Jawa Timur-Bali
Hari Rabu, 19 September 2007, Pukul 19.00 WIB

No	Nama Bus	Tegangan	Pgen	Qgen	Pload	Qload	Tipe
		(pu)	(MW)	(MVAR)	(MW)	(MVAR)	
1	GRESIK BARU	1,01	0,00	-	0,00	0,00	1
2	PAITON	1,012	372,00	-	34,00	4,60	2
3	GONDANG WETAN	-	-	-	19,00	8,20	3
4	REJOSO	-	-	-	30,00	17,00	3
5	SITUBONDO	-	-	-	11,00	4,80	3
6	BANYUWANGI	-	-	-	19,00	5,10	3
7	KRAKSAAN	-	-	-	5,60	1,90	3
8	PROBOLINGGO	-	-	-	0,00	0,00	3
9	GENDING	-	-	-	19,00	9,80	3
10	LUMAJANG	-	-	-	15,00	4,60	3
11	BONDOWOSO	-	-	-	6,60	2,00	3
12	TANGGUL	-	-	-	9,10	2,80	3
13	JEMBER	-	-	-	26,00	11,00	3
14	GENTENG	-	-	-	19,00	9,80	3
15	PIER	-	-	-	14,00	4,70	3
16	BANGIL	-	-	-	6,20	2,70	3
17	BUMICOKRO	-	-	-	36,00	14,00	3
18	BULUKANDANG	-	-	-	26,00	9,70	3
19	LAWANG	-	-	-	19,00	8,20	3
20	KEBONAGUNG	-	-	-	23,00	9,40	3
21	SUTAMI	-	-	-	-19,80	-8,20	3
22	SENGKALING	-	-	-	13,00	6,40	3
23	PAKIS	-	-	-	2,10	1,20	3
24	WLINGI	-	-	-	-6,80	-3,80	3
25	JAYA KERTAS	-	-	-	8,60	3,10	3

No	Nama Bus	Tegangan	Pgen	Ogen	Pload	Qload	Tipe
		(pu)	(MW)	(MVAR)	(MW)	(MVAR)	
26	SURABAYA BARAT	-	-	-	-585,0	-312,00	3
27	ALTA PRIMA	-	-	-	7,00	2,00	3
28	DRIYOREJO	-	-	-	40,00	13,00	3
29	BABADAN	-	-	-	32,00	10,00	3
30	KASIH JATIM	-	-	-	10,00	1,60	3
31	CERME	-	-	-	7,00	2,70	3
32	MANYAR	-	-	-	33,00	25,00	3
33	GRESIK LAMA	1,01066	209,00	-	0,00	0,0	2
34	BANGKALAN	-	-	-	8,40	3,10	3
35	SAMPANG	-	-	-	6,00	2,00	3
36	PAMEKASAN	-	-	-	8,60	3,30	3
37	SUMENEP	-	-	-	9,00	3,00	3
38	GRATI	1,014	226,00	-	7,60	5,20	2
39	TANDES	-	-	-	63,00	20,00	3
40	PERAK	1,00733	60,00	-	0,00	0,00	2
41	DARMO GRANDE	-	-	-	36,00	16,00	3
42	SAWAHAN	-	-	-	28,00	13,00	3
43	UNDAAN	-	-	-	13,00	5,70	3
44	KUPANG	-	-	-	17,00	8,60	3
45	WARU	-	-	-	103,00	43,00	3
46	KARANGPILANG	-	-	-	36,00	15,00	3
47	RUNGKUT	-	-	-	113,00	35,00	3
48	SUKOLILO	-	-	-	53,00	23,00	3
49	KENJERAN	-	-	-	37,00	15,00	3
50	UJUNG	-	-	-	22,00	13,00	3
51	NGAGEL	-	-	-	14,00	5,80	3
52	SIMPANG	-	-	-	27,00	13,00	3
53	WONOKROMO	-	-	-	27,00	10,00	3
54	KREMBANGAN	-	-	-	26,00	11,00	3
55	GILITIMUR	-	-	-	2,40	0,80	3
56	BUDURAN	-	-	-	68,00	36,00	3
57	SEGOROMADU	-	-	-	36,00	14,00	3
58	PETROKIMIA	-	-	-	33,00	20,00	3
59	LAMONGAN	-	-	-	9,90	7,50	3
60	BABAT	-	-	-	10,00	5,40	3
61	BOJONEGORO	-	-	-	13,00	6,30	3
62	TUBAN	-	-	50,00	18,00	8,60	3
63	KEREK	-	-	-	53,00	-11,00	3
64	MLIWANG	-	-	25,00	3,10	0,80	3
65	BALONGBENDO	-	-	-	13,00	9,40	3
66	SEKAR PUTIH	-	-	-	37,00	13,00	3

No	Nama Bus	Tegangan	Pgen	Qgen	Pload	Qload	Tipe
		(pu)	(MW)	(MVAR)	(MW)	(MVAR)	
67	NGORO	-	-	-	26,00	12,00	3
68	KERTOSONO	-	-	-	38,00	11,00	3
69	BANARAN	-	-	-	10,30	5,10	3
70	MOJOAGUNG	-	-	-	13,00	6,20	3
71	SEMEN TUBAN	-	-	-	22,00	0,00	3
72	ISPAT INDO	-	-	-	37,00	-27,00	3
73	SURYA ZIGZAG	-	-	-	22,00	12,00	3
74	MANISREJO	-	-	-	13,00	6,90	3
75	NGAWI	-	-	-	11,00	5,50	3
76	GILIMANUK	0,969	79,90	-	3,60	1,40	2
77	PEMARON	-	-	-	12,80	3,90	3
78	BATURITI	-	-	-	2,20	0,40	3
79	PAYANGAN	-	-	-	7,80	2,00	3
80	KAPAL	-	-	-	42,70	14,00	3
81	ANTOSARI	-	-	-	0,00	0,00	3
82	NEGARA	-	-	-	7,20	3,00	3
83	PADANGSAMBIAN	-	-	-	27,30	9,40	3
84	PESANGGARAN	-	-	-	66,80	25,70	3
85	NUSADUA	-	-	25,00	44,60	17,30	3
86	SANUR	-	-	25,00	52,30	14,80	3
87	GIANYAR	-	-	-	17,80	5,70	3
88	AMLAPURA	-	-	-	5,70	2,60	3
89	PLTD PESANGGARAN	0,9333	4,40	-	0,00	0,00	2
90	PLTG PESANGGARAN	0,9333	55,70	-	0,00	0,00	2

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

Keterangan : 1. Bus Slack
2. Bus Generator
3. Bus Beban

4.5. Data Saluran Transmisi 150 KV Region IV Jawa Timur - Bali

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

Berikut adalah perhitungan data saluran dengan jumlah sirkuit 2 (hubungan bus 33-45):

$$R_{parallel} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0,0064 \cdot 0,0064}{0,0064 + 0,0064} = 0,0032 \Omega$$

$$X_{parallel} = \frac{X_1 \cdot X_2}{X_1 + X_2}$$

$$B_{parallel} = \frac{1}{2} B_1 + \frac{1}{2} B_2$$

Sedangkan untuk data saluran dengan jumlah sirkuit 1 maka R, X dan B dari saluran tersebut adalah:

$$R = R_{data}$$

$$X = X_{data}$$

$$B = \frac{1}{2} B_{data}$$

hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8
Data Saluran Transmisi 150 kV
Region IV Jawa Timur-Bali

No	Hubungan Bus	Jumlah Sirkuit	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1	1-39	2	0,0020	0,0079	0,0136
2	2-5	2	0,0477	0,0346	0,0502
3	2-7	2	0,0053	0,0180	0,0130
4	3-4	2	0,0028	0,0094	0,0067
5	3-8	2	0,0088	0,0301	0,0217
6	3-15	2	0,0099	0,0072	0,0104
7	3-16	2	0,0044	0,0150	0,0108
8	3-38	2	0,0156	0,0115	0,0167
9	5-6	2	0,0097	0,0464	0,0680
10	5-11	2	0,0091	0,0310	0,0223
11	6-13	1	0,0430	0,1469	0,0265
12	6-14	1	0,0177	0,0604	0,0106
13	6-76	2	0,0009	0,0013	0,0727
14	7-8	2	0,0079	0,0269	0,0194
15	7-9	1	0,0100	0,0340	0,0062
16	8-10	2	0,0135	0,0460	0,0332
17	10-12	1	0,0167	0,0571	0,0103
18	10-13	1	0,0315	0,1077	0,0195

No	Hubungan Bus	Jumlah Sirkuit	R (pu)	X (pu)	B (pu)
19	11-13	2	0,0104	0,0353	0,0255
20	12-13	1	0,0148	0,0506	0,0091
21	13-14	1	0,0337	0,1151	0,0208
22	15-16	2	0,0045	0,0032	0,0047
23	16-17	2	0,0054	0,0039	0,0056
24	16-18	1	0,0145	0,0494	0,0089
25	16-19	1	0,0181	0,0617	0,0112
26	16-45	1	0,0051	0,0174	0,0032
27	16-56	1	0,0051	0,0174	0,0032
28	18-19	1	0,0091	0,0309	0,0028
29	19-20	2	0,0067	0,0230	0,0166
30	20-21	2	0,0073	0,0249	0,0179
31	20-22	2	0,0046	0,0133	0,0098
32	20-23	2	0,0011	0,0081	0,0117
33	21-24	1	0,0224	0,0428	0,0074
34	25-68	1	0,0048	0,0144	0,0193
35	25-69	1	0,0083	0,0274	0,0053
36	26-27	2	0,0010	0,0045	0,0066
37	26-28	1	0,0028	0,0094	0,0017
38	26-29	1	0,0054	0,0185	0,0010
39	26-30	1	0,0020	0,0095	0,0035
40	26-31	1	0,0053	0,0257	0,0094
41	26-39	2	0,0039	0,0132	0,0095
42	26-42	2	0,0021	0,0101	0,0147
43	26-46	2	0,0009	0,0043	0,0063
44	26-65	1	0,0031	0,0149	0,0055
45	26-66	1	0,0063	0,0301	0,0110
46	27-57	1	0,0003	0,0013	0,0004
47	28-29	1	0,0069	0,0235	0,0043
48	30-31	1	0,0061	0,0292	0,0107
49	31-32	2	0,0010	0,0048	0,0070
50	33-27	1	0,0013	0,0062	0,0023
51	33-45	2	0,0032	0,0154	0,0226
52	33-55	2	0,0008	0,0016	0,0372
53	33-57	2	0,0010	0,0035	0,0025
54	34-35	1	0,0290	0,0841	0,0154
55	34-55	2	0,0044	0,0144	0,0106
56	35-36	1	0,0161	0,0466	0,0086
57	36-37	1	0,0157	0,0454	0,0084
58	39-40	2	0,0023	0,0079	0,0054
59	39-41	2	0,0012	0,0041	0,0028
60	39-42	2	0,0004	0,0020	0,0028
61	41-45	2	0,0028	0,0095	0,0068
62	42-43	2	0,0003	0,0009	0,0991
63	42-44	2	0,0008	0,0012	0,0662
64	42-45	2	0,0014	0,0067	0,0098
65	42-54	2	0,0015	0,0051	0,0036
66	45-46	2	0,0014	0,0067	0,0098
67	45-47	2	0,0006	0,0030	0,0044
68	45-72	2	0,0003	0,0011	0,0008
69	47-48	2	0,0009	0,0043	0,0062

No	Hubungan Bus	Jumlah Sirkuitt	R (pu)	X (pu)	B (pu)
70	48-49	2	0,0012	0,0039	0,0008
71	48-51	2	0,0004	0,0007	0,0758
72	48-53	2	0,0004	0,0013	0,1380
73	49-50	2	0,0025	0,0073	0,0052
74	51-52	2	0,0005	0,0009	0,0982
75	57-58	2	0,0021	0,0071	0,0050
76	57-59	2	0,0086	0,0248	0,0182
77	59-60	2	0,0064	0,0185	0,0136
78	60-61	2	0,0108	0,0311	0,0228
79	60-62	2	0,0042	0,0200	0,0292
80	62-63	2	0,0037	0,0125	0,0090
81	63-64	2	0,0024	0,0080	0,0058
82	63-71	2	0,0006	0,0018	0,0012
83	65-66	1	0,0017	0,0083	0,0031
84	66-67	2	0,0066	0,0191	0,0142
85	66-70	2	0,0055	0,0187	0,0134
86	68-69	1	0,0083	0,0274	0,0053
87	69-70	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

4.6. Hasil dan Analisis Hasil Perhitungan Menggunakan Metode *Swarm Intellegent* Pada Saluran Transmisi 150 KV Region IV Jawa Timur-Bali

Berdasarkan data saluran transmisi 150 KV Region IV Jawa Timur – Bali maka dilakukan pengolahan data untuk mengubah dasar tegangan ke dalam pu. Serta perhitungan P_{load} dan Q_{load} .

Pada bus nomor 2, maka :

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

$$\text{Tegangan Sebenarnya} = 151,8 \text{ kV}$$

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

$$\text{Tegangan (pu)} = \frac{151,8}{150} = 1.012 \text{ pu}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{beban}} &= P_{\text{Beban Pada Bus}} + P_{\text{Beban Pemakaian Sendiri Pembangkit}} \\ &= 7 + 27 = 34 \text{ MW} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{beban}} = 4,6 \text{ MVAR}$$

Pada Area Region IV Jawa Timur - Bali terdiri dari 90 bus dan 109 saluran transmisi, dalam hal ini saluran transmisi yang dibahas adalah saluran transmisi 150 kV.

4.6.1. Hasil Perhitungan Sebelum Optimasi

Tabel 4.9
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan
Pembebanan Sebelum Optimasi

BUS	TEGANGAN		PEMBANGKITAN		PEMBEBANAN	
	PU	SUDUT	P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
1	1.01000	0.00000	375.785	-31.757	0,00	0,00
2	1.01200	0.02993	372.000	-70.888	34,00	4,60
3	0.98482	-0.02337	0.000	0.000	19,00	8,20
4	0.98240	-0.02581	0.000	0.000	30,00	17,00
5	0.95436	-0.08915	0.000	0.000	11,00	4,80
6	0.97925	-0.16746	0.000	0.000	19,00	5,10
7	1.00123	0.00728	0.000	0.000	5,60	1,90
8	0.98986	-0.02122	0.000	0.000	0,00	0,00
9	0.99617	0.00173	0.000	0.000	19,00	9,80
10	0.97650	-0.06690	0.000	0.000	15,00	4,60
11	0.95943	-0.10026	0.000	0.000	6,60	2,00
12	0.96952	-0.09243	0.000	0.000	9,10	2,80
13	0.96568	-0.11054	0.000	0.000	26,00	11,00
14	0.96978	-0.15537	0.000	0.000	19,00	9,80
15	0.98097	-0.03397	0.000	0.000	14,00	4,70
16	0.97996	-0.03845	0.000	0.000	6,20	2,70
17	0.97743	-0.03915	0.000	0.000	36,00	14,00
18	0.97260	-0.05342	0.000	0.000	26,00	9,70
19	0.97356	-0.05494	0.000	0.000	19,00	8,20
20	0.97398	-0.05812	0.000	0.000	23,00	9,40
21	0.97978	-0.05234	0.000	0.000	-19,80	-8,20
22	0.97261	-0.05968	0.000	0.000	13,00	6,40
23	0.97395	-0.05830	0.000	0.000	2,10	1,20
24	0.98330	-0.05037	0.000	0.000	-6,80	-3,80
25	0.96986	-0.09724	0.000	0.000	8,60	3,10
26	1.01150	-0.03066	0.000	0.000	-585,0	-312,00
27	1.01072	-0.03523	0.000	0.000	7,00	2,00
28	1.00901	-0.03436	0.000	0.000	40,00	13,00
29	1.00846	-0.03526	0.000	0.000	32,00	10,00
30	1.01008	-0.03275	0.000	0.000	10,00	1,60
31	1.00639	-0.03634	0.000	0.000	7,00	2,70
32	1.00490	-0.03766	0.000	0.000	33,00	25,00
33	1.01066	-0.03374	209.000	26.903	0,00	0,0
34	1.00808	-0.03895	0.000	0.000	8,40	3,10
35	0.99800	-0.05769	0.000	0.000	6,00	2,00
36	0.99331	-0.06535	0.000	0.000	8,60	3,30
37	0.99088	-0.06915	0.000	0.000	9,00	3,00
38	1.01400	0.00724	226.000	-31.432	7,60	5,20
39	1.00538	-0.02984	0.000	0.000	63,00	20,00
40	1.00733	-0.02533	60.000	6.957	0,00	0,00
41	1.00291	-0.03446	0.000	0.000	36,00	16,00
42	1.00443	-0.03047	0.000	0.000	28,00	13,00
43	1.00443	-0.03060	0.000	0.000	13,00	5,70
44	1.00427	-0.03066	0.000	0.000	17,00	8,60
45	0.99964	-0.04224	0.000	0.000	103,00	43,00

BUS	TEGANGAN		PEMBANGKITAN		PEMBEBANAN	
	PU	SUDUT	P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
46	1.00630	-0.03601	0.000	0.000	36,00	15,00
47	0.99627	-0.05076	0.000	0.000	113,00	35,00
48	0.99389	-0.05843	0.000	0.000	53,00	23,00
49	0.99211	-0.06044	0.000	0.000	37,00	15,00
50	0.99064	-0.06175	0.000	0.000	22,00	13,00
51	0.99378	-0.05875	0.000	0.000	14,00	5,80
52	0.99362	-0.05898	0.000	0.000	27,00	13,00
53	0.99383	-0.05880	0.000	0.000	27,00	10,00
54	1.00350	-0.03163	0.000	0.000	26,00	11,00
55	1.01030	-0.03493	0.000	0.000	2,40	0,80
56	0.96993	-0.04898	0.000	0.000	68,00	36,00
57	1.01053	-0.03679	0.000	0.000	36,00	14,00
58	1.00847	-0.03868	0.000	0.000	33,00	20,00
59	1.01553	-0.07427	0.000	0.000	9,90	7,50
60	1.02156	-0.10041	0.000	0.000	10,00	5,40
61	1.01897	-0.10388	0.000	0.000	13,00	6,30
62	1.03332	-0.12194	0.000	50.000	18,00	8,60
63	1.03502	-0.13237	0.000	0.000	53,00	-11,00
64	1.03514	-0.13295	0.000	25.000	3,10	0,80
65	1.00197	-0.04585	0.000	0.000	13,00	9,40
66	0.99771	-0.05350	0.000	0.000	37,00	13,00
67	0.99394	-0.05780	0.000	0.000	26,00	12,00
68	0.96883	-0.09887	0.000	0.000	38,00	11,00
69	0.97270	-0.09170	0.000	0.000	10,30	5,10
70	0.98417	-0.07376	0.000	0.000	13,00	6,20
71	1.03489	-0.13274	0.000	0.000	22,00	0,00
72	0.99982	-0.04272	0.000	0.000	37,00	-27,00
73	0.95899	-0.10756	0.000	0.000	22,00	12,00
74	0.96688	-0.09899	0.000	0.000	13,00	6,90
75	0.96729	-0.09998	0.000	0.000	11,00	5,50
76	0.96900	-0.17859	79.900	117.922	3,60	1,40
77	0.94765	-0.25709	0.000	0.000	12,80	3,90
78	0.94094	-0.27546	0.000	0.000	2,20	0,40
79	0.93590	-0.29808	0.000	0.000	7,80	2,00
80	0.93363	-0.31241	0.000	0.000	42,70	14,00
81	0.94060	-0.28296	0.000	0.000	0,00	0,00
82	0.95447	-0.22755	0.000	0.000	7,20	3,00
83	0.93175	-0.32408	0.000	0.000	27,30	9,40
84	0.93292	-0.33005	0.000	0.000	66,80	25,70
85	0.93078	-0.33154	0.000	25.000	44,60	17,30
86	0.93214	-0.33137	0.000	25.000	52,30	14,80
87	0.93208	-0.32450	0.000	0.000	17,80	5,70
88	0.93124	-0.32621	0.000	0.000	5,70	2,60
89	0.93333	-0.33032	4.400	45.024	0,00	0,00
90	0.93333	-0.32959	55.700	6.557	0,00	0,00

Tabel 4.10
Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran
Sebelum Optimasi

SALURAN		DAYA		SALURAN		DAYA	
FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)	FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)
1	39	375.785	-31.757	39	1	-372.998	40.002
2	5	203.891	-96.689	5	2	-180.625	103.856
2	7	134.109	21.201	7	2	-133.152	-20.585
3	4	30.034	15.817	4	3	-30.000	-17.000
3	15	74.660	-50.175	15	3	-73.844	48.759
3	16	98.130	2.820	16	3	-97.692	-3.413
5	6	142.643	-81.878	6	5	-139.863	-82.467
5	11	26.982	-26.778	11	5	-26.848	23.153
6	76	165.206	-122.543	76	6	-162.118	123.016
7	8	108.507	9.970	8	7	-107.568	-10.618
7	9	19.045	8.716	9	7	-19.000	-9.800
8	3	10.872	13.416	3	8	-10.845	-13.324
8	10	96.696	-0.672	10	8	-95.407	-1.354
10	12	42.350	-0.898	12	10	-42.036	0.022
10	13	38.057	-2.348	13	10	-37.578	0.306
11	13	20.248	-25.153	13	11	-20.143	20.784
12	13	32.936	-2.822	13	12	-32.764	1.704
13	6	31.608	-17.130	6	13	-31.012	19.167
13	14	32.878	-14.193	14	13	-32.433	11.816
14	6	13.433	-19.019	6	14	-13.331	19.368
15	16	59.844	-53.459	16	15	-59.545	52.767
16	17	36.084	12.988	17	16	-36.000	-14.000
16	18	30.601	4.971	18	16	-30.454	-6.169
16	19	26.286	1.595	19	16	-26.154	-3.284
16	45	-10.252	-108.091	45	16	10.875	109.588
16	56	68.320	36.483	56	16	-68.000	-36.000
18	19	4.454	-3.531	19	18	-4.453	3.011
19	20	11.608	-6.727	20	19	-11.596	3.618
20	21	-26.513	-16.570	21	20	26.585	13.396
20	22	13.010	4.571	22	20	-13.000	-6.400
20	23	2.100	1.019	23	20	-2.100	-1.200
21	24	-6.785	-5.196	24	21	6.800	3.800
25	68	11.649	1.270	68	25	-11.641	-4.875
26	28	44.265	13.512	28	26	-44.206	-13.662
26	29	27.840	8.416	29	26	-27.795	-8.467
26	30	24.542	9.602	30	26	-24.528	-10.252
26	31	25.552	13.930	31	26	-25.506	-15.624
26	46	145.917	91.403	46	26	-145.656	-91.435
26	65	112.062	41.607	65	26	-111.628	-40.634
26	66	82.817	28.749	66	26	-82.340	-28.690
27	26	-102.706	5.587	26	27	102.809	-5.121
27	57	119.030	12.537	57	27	-118.988	12.638
28	29	4.206	0.662	29	28	-4.205	-1.533
30	31	14.528	8.652	31	30	-14.510	-10.740
31	32	33.017	23.664	32	31	-33.000	-25.000
33	27	23.332	-5.824	27	33	-23.324	5.859
33	45	67.855	56.163	45	33	-67.604	-59.520
33	55	34.698	-3.155	55	33	-34.686	-4.400

SALURAN		DAYA		SALURAN		DAYA	
FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)	FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)
33	57	83.116	-20.046	57	33	-83.045	19.745
34	35	23.834	2.520	35	34	-23.667	-5.134
34	55	-32.234	-5.620	55	34	32.286	3.600
35	36	17.667	3.134	36	35	-17.614	-4.686
36	37	9.014	1.386	37	36	-9.000	-3.000
38	3	218.400	-34.915	3	38	-210.978	40.386
39	26	-6.836	-44.550	26	39	6.915	44.815
39	41	121.126	25.180	41	39	-120.944	-25.123
39	42	255.626	-31.906	42	39	-255.363	31.472
40	39	60.000	7.505	39	40	-59.917	-7.221
41	45	84.944	9.123	45	41	-84.741	-9.796
42	26	-12.182	-67.762	26	42	12.281	68.237
42	43	13.001	-14.294	43	42	-13.000	-5.700
42	44	17.002	-4.752	44	42	-17.000	-8.600
42	45	183.530	33.505	45	42	-183.046	-33.157
42	54	26.012	10.314	54	42	-26.000	-11.000
45	47	293.916	54.237	47	45	-293.379	-52.430
45	72	37.006	-27.137	72	45	-37.000	27.000
46	45	109.656	77.427	45	46	-109.406	-76.235
47	48	180.379	17.430	48	47	-180.081	-17.234
48	49	59.068	27.034	49	48	-59.016	-27.025
48	51	41.011	-15.548	51	48	-41.004	0.587
48	53	27.003	-17.252	53	48	-27.000	-10.000
49	50	22.016	12.025	50	49	-22.000	-13.000
51	52	27.004	-6.387	52	51	-27.000	-13.000
57	58	33.030	19.083	58	57	-33.000	-20.000
57	59	133.002	-65.466	59	57	-131.171	67.009
59	60	121.271	-74.509	60	59	-120.027	75.284
60	61	13.019	1.609	61	60	-13.000	-6.300
60	62	97.008	-82.293	62	60	-96.376	79.135
62	63	78.376	-37.735	63	62	-78.117	36.687
63	64	3.114	-25.438	64	63	-3.100	24.200
63	71	22.003	-0.249	71	63	-22.000	0.000
65	66	98.628	31.234	66	65	-98.446	-30.968
66	67	26.053	9.336	67	66	-26.000	-12.000
66	70	117.733	37.321	70	66	-116.885	-37.068
69	25	20.286	3.995	25	69	-20.249	-3.871
69	68	26.423	5.840	68	69	-26.359	-5.628
69	70	-103.226	-0.983	70	69	103.885	30.868
69	74	35.998	15.192	74	69	-35.894	-15.534
69	75	10.219	1.859	75	69	-10.188	-4.617
73	74	-22.000	-12.000	74	73	22.082	10.855
74	75	0.812	-2.220	75	74	-0.812	-0.883
76	77	104.110	-3.005	77	76	-101.443	5.981
76	82	134.309	-3.489	82	76	-132.080	5.357
77	78	88.643	-10.498	78	77	-87.829	9.906
78	79	39.107	-4.281	79	78	-38.809	3.538
78	80	46.522	-6.026	80	78	-45.949	5.510
79	80	31.009	-5.538	80	79	-30.861	4.729
80	81	-121.353	10.754	81	80	122.564	-9.909
80	83	59.747	-9.738	83	80	-59.512	9.892

SALURAN		DAYA		SALURAN		DAYA	
FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)	FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)
80	85	37.438	-12.774	85	80	-37.084	12.319
80	87	58.278	-12.481	87	80	-58.039	10.972
81	82	-122.564	9.909	82	81	124.880	-8.357
83	84	32.212	-19.292	84	83	-32.137	19.074
84	85	7.527	3.910	85	84	-7.516	-4.619
84	86	17.874	2.885	86	84	-17.864	-3.693
86	87	-34.436	13.893	87	86	34.535	-15.463
87	88	5.704	-1.209	88	87	-5.700	-2.600
89	84	4.400	45.033	84	89	-4.386	-45.014
90	84	55.700	6.566	84	90	-55.678	-6.537

Sumber: Hasil Perhitungan Dengan Metode SI

Keterangan:

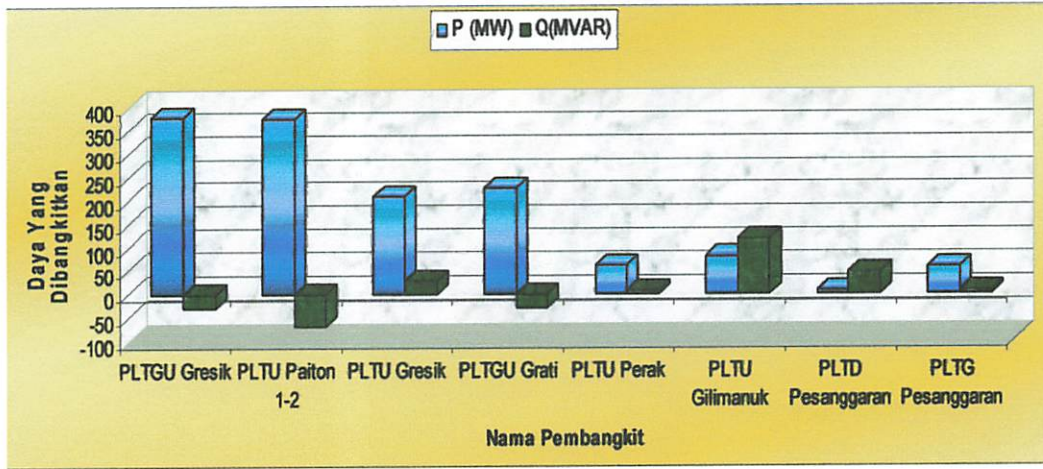
- Jumlah Pembangkitan = 1382.7849 + 194.28711i MVA
- Jumlah Pembebanan = 1312.7 + 374.9i MVA
- Jumlah Rugi-Rugi = 70.08494 - 180.6129i MVA

Tabel 4.11

Hasil Perhitungan Daya yang Dibangkitkan dan Biaya Operasi Sebelum Optimasi

No	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan		a	b	c	Biaya Operasi
		(MW/jam)	(MVAR/jam)				(Rupiah/jam)
1	PLTGU Gresik	375.785	-31.757	1.1738	1097.72	3737.896	582.001,90
2	PLTU Paiton 1 – 2	372.000	-70.888	6.7800	130.00	388144.00	1.374.747,52
3	PLTU Gresik	209.000	26.903	7.3680	4266.08	6240.00	1.219.692,33
4	PLTGU Grati	226.000	-31.432	0.3042	1855.00	148332.00	583.099,32
5	PLTU Perak	60.000	6.957	0.0800	235.00	16950.00	31.338,00
6	PLTU Gilimanuk	79.900	117.922	1.4069	1599.00	87435.00	224.176,76
7	PLTD Pesanggaran	4.400	45.024	14.2932	1670.00	88960.00	96.584,72
8	PLTG Pesanggaran	55.700	6.557	113.900	5297.00	139560.00	787.976,51
Total		1382.7849	194.28711				4.899.617,0629

Grafik 4.1
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Sebelum Optimasi



4.6.2. Hasil Perhitungan Setelah Optimasi

Tabel 4.12
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Setelah Optimasi

BUS	TEGANGAN		PEMBANGKITAN		PEMBEBANAN	
	PU	SUDUT	P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
1	1.01000	0.00000	452.669	-45.861	0,00	0,00
2	1.01200	-0.12705	156.847	19.018	34,00	4,60
3	0.98105	-0.06437	0.000	0.000	19,00	8,20
4	0.97862	-0.06683	0.000	0.000	30,00	17,00
5	0.96824	-0.19331	0.000	0.000	11,00	4,80
6	0.97597	-0.24380	0.000	0.000	19,00	5,10
7	1.00096	-0.12272	0.000	0.000	5,60	1,90
8	0.98849	-0.11000	0.000	0.000	0,00	0,00
9	0.99591	-0.12828	0.000	0.000	19,00	9,80
10	0.97785	-0.15670	0.000	0.000	15,00	4,60
11	0.96929	-0.19834	0.000	0.000	6,60	2,00
12	0.97261	-0.18276	0.000	0.000	9,10	2,80
13	0.97031	-0.20131	0.000	0.000	26,00	11,00
14	0.96938	-0.23656	0.000	0.000	19,00	9,80
15	0.97935	-0.06852	0.000	0.000	14,00	4,70
16	0.97933	-0.07007	0.000	0.000	6,20	2,70
17	0.97680	-0.07078	0.000	0.000	36,00	14,00
18	0.97196	-0.08506	0.000	0.000	26,00	9,70
19	0.97291	-0.08658	0.000	0.000	19,00	8,20
20	0.97333	-0.08976	0.000	0.000	23,00	9,40
21	0.97914	-0.08398	0.000	0.000	-19,80	-8,20
22	0.97197	-0.09133	0.000	0.000	13,00	6,40
23	0.97330	-0.08994	0.000	0.000	2,10	1,20
24	0.98265	-0.08200	0.000	0.000	-6,80	-3,80
25	0.96955	-0.10731	0.000	0.000	8,60	3,10

BUS	TEGANGAN		PEMBANGKITAN		PEMBEBANAN	
	PU	SUDUT	P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
26	1.01120	-0.04069	0.000	0.000	-585,0	-312,00
27	1.01062	-0.04745	0.000	0.000	7,00	2,00
28	1.00871	-0.04439	0.000	0.000	40,00	13,00
29	1.00817	-0.04529	0.000	0.000	32,00	10,00
30	1.00978	-0.04277	0.000	0.000	10,00	1,60
31	1.00609	-0.04637	0.000	0.000	7,00	2,70
32	1.00460	-0.04769	0.000	0.000	33,00	25,00
33	1.01066	-0.04729	150.000	46.263	0,00	0,0
34	1.00808	-0.05249	0.000	0.000	8,40	3,10
35	0.99800	-0.07124	0.000	0.000	6,00	2,00
36	0.99331	-0.07890	0.000	0.000	8,60	3,30
37	0.99088	-0.08270	0.000	0.000	9,00	3,00
38	1.01400	-0.02683	263.593	-47.138	7,60	5,20
39	1.00517	-0.03611	0.000	0.000	63,00	20,00
40	1.00733	-0.02406	150.000	-15.748	0,00	0,00
41	1.00266	-0.04230	0.000	0.000	36,00	16,00
42	1.00386	-0.03705	0.000	0.000	28,00	13,00
43	1.00386	-0.03718	0.000	0.000	13,00	5,70
44	1.00370	-0.03724	0.000	0.000	17,00	8,60
45	0.99934	-0.05373	0.000	0.000	103,00	43,00
46	1.00600	-0.04661	0.000	0.000	36,00	15,00
47	0.99597	-0.06226	0.000	0.000	113,00	35,00
48	0.99359	-0.06993	0.000	0.000	53,00	23,00
49	0.99181	-0.07194	0.000	0.000	37,00	15,00
50	0.99034	-0.07325	0.000	0.000	22,00	13,00
51	0.99348	-0.07025	0.000	0.000	14,00	5,80
52	0.99331	-0.07048	0.000	0.000	27,00	13,00
53	0.99353	-0.07030	0.000	0.000	27,00	10,00
54	1.00293	-0.03821	0.000	0.000	26,00	11,00
55	1.01030	-0.04847	0.000	0.000	2,40	0,80
56	0.96928	-0.08062	0.000	0.000	68,00	36,00
57	1.01047	-0.04936	0.000	0.000	36,00	14,00
58	1.00841	-0.05126	0.000	0.000	33,00	20,00
59	1.01547	-0.08685	0.000	0.000	9,90	7,50
60	1.02150	-0.11299	0.000	0.000	10,00	5,40
61	1.01891	-0.11646	0.000	0.000	13,00	6,30
62	1.03326	-0.13452	0.000	50.000	18,00	8,60
63	1.03496	-0.14496	0.000	0.000	53,00	-11,00
64	1.03508	-0.14554	0.000	25.000	3,10	0,80
65	1.00167	-0.05588	0.000	0.000	13,00	9,40
66	0.99741	-0.06354	0.000	0.000	37,00	13,00
67	0.99363	-0.06784	0.000	0.000	26,00	12,00
68	0.96852	-0.10893	0.000	0.000	38,00	11,00
69	0.97239	-0.10176	0.000	0.000	10,30	5,10
70	0.98387	-0.08381	0.000	0.000	13,00	6,20
71	1.03484	-0.14533	0.000	0.000	22,00	0,00
72	0.99953	-0.05422	0.000	0.000	37,00	-27,00
73	0.95868	-0.11763	0.000	0.000	22,00	12,00
74	0.96656	-0.10905	0.000	0.000	13,00	6,90
75	0.96697	-0.11005	0.000	0.000	11,00	5,50
76	0.96900	-0.24946	140.000	52.317	3,60	1,40

BUS	TEGANGAN		PEMBANGKITAN		PEMBEBANAN	
	PU	SUDUT	P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
77	0.94757	-0.32940	0.000	0.000	12,80	3,90
78	0.94081	-0.34817	0.000	0.000	2,20	0,40
79	0.93580	-0.37125	0.000	0.000	7,80	2,00
80	0.93357	-0.38595	0.000	0.000	42,70	14,00
81	0.94050	-0.35590	0.000	0.000	0,00	0,00
82	0.95437	-0.29935	0.000	0.000	7,20	3,00
83	0.93172	-0.39800	0.000	0.000	27,30	9,40
84	0.93292	-0.40429	0.000	0.000	66,80	25,70
85	0.93075	-0.40550	0.000	20.000	44,60	17,30
86	0.93213	-0.40548	0.000	25.000	52,30	14,80
87	0.93205	-0.39834	0.000	0.000	17,80	5,70
88	0.93122	-0.40005	0.000	0.000	5,70	2,60
89	0.93333	-0.40395	46.328	13.157	0,00	0,00
90	0.93333	-0.40447	10.000	40.399	0,00	0,00

Tabel 4.13
Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran
Setelah Optimasi

SALURAN		DAYA		SALURAN		DAYA	
FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)	FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)
1	39	452.669	-45.861	39	1	-448.613	59.121
2	5	128.442	-47.996	5	2	-119.903	44.343
2	7	-5.595	62.414	7	2	5.807	-64.328
3	4	30.034	15.828	4	3	-30.000	-17.000
3	15	30.186	-19.307	15	3	-30.058	17.402
3	16	36.689	-0.425	16	3	-36.628	-1.440
5	6	95.766	-39.934	6	5	-94.700	32.178
5	11	13.137	-9.209	11	5	-13.116	5.097
6	76	107.316	-58.030	76	6	-106.222	58.160
7	8	-30.452	53.712	8	7	-95.822	4.622
7	9	19.045	8.717	9	7	-19.000	-9.800
8	3	-127.896	65.185	3	8	129.752	-58.837
8	10	97.127	-6.594	10	8	-95.822	4.622
10	12	42.554	-3.887	12	10	-42.236	3.014
10	13	38.269	-5.335	13	10	-37.782	3.297
11	13	6.516	-7.097	13	11	-6.508	2.325
12	13	33.136	-5.814	13	12	-32.960	4.697
13	6	24.374	-10.290	6	13	-24.054	11.382
13	14	26.877	-8.535	14	13	-26.603	5.558
14	6	7.603	-12.762	6	14	-7.561	12.904
15	16	16.058	-22.102	16	15	-16.024	21.225
16	17	36.084	12.989	17	16	-36.000	-14.000
16	18	30.601	4.982	18	16	-30.454	-6.177
16	19	26.286	1.608	19	16	-26.155	-3.293
16	45	-114.839	-78.548	45	16	115.866	81.425
16	56	68.320	36.485	56	16	-68.000	-36.000
18	19	4.454	-3.523	19	18	-4.453	3.004
19	20	11.608	-6.711	20	19	-11.596	3.606
20	21	-26.513	-16.564	21	20	26.585	13.394

SALURAN		DAYA		SALURAN		DAYA	
FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)	FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)
20	22	13.010	4.574	22	20	-13.000	-6.400
20	23	2.100	-1.016	23	20	-2.100	-1.200
21	24	-6.785	-5.194	24	21	6.800	3.800
25	68	11.649	1.271	68	25	-11.641	-4.873
26	28	44.265	13.513	28	26	-44.206	-13.662
26	29	27.840	8.417	29	26	-27.795	-8.467
26	30	24.542	9.604	30	26	-24.528	-10.254
26	31	25.552	13.932	31	26	-25.506	-15.625
26	46	158.780	88.899	46	26	-158.487	-88.783
26	65	112.063	41.621	65	26	-111.629	-40.646
26	66	82.818	28.760	66	26	-82.340	-28.697
27	26	-149.118	20.559	26	27	149.340	-19.561
27	57	144.820	-21.562	57	27	-144.757	21.753
28	29	4.206	0.662	29	28	-4.205	-1.533
30	31	14.528	8.654	31	30	-14.510	-10.740
31	32	33.017	23.665	32	31	-33.000	-25.000
33	27	2.702	0.088	27	33	-2.702	-0.088
33	45	55.292	60.625	45	33	-55.072	-64.132
33	55	34.698	-3.155	55	33	-34.686	-4.400
33	57	57.309	-11.061	57	33	-57.276	10.626
34	35	23.834	2.520	35	34	-23.667	-5.134
34	55	-32.234	-5.620	55	34	32.286	3.600
35	36	17.667	3.134	36	35	-17.614	-4.686
36	37	9.014	1.386	37	36	-9.000	-3.000
38	3	255.993	-50.621	3	38	-245.662	58.237
39	26	19.956	-51.756	26	39	-19.837	52.158
39	41	156.883	15.903	41	39	-156.588	-15.458
39	42	358.259	-58.732	42	39	-357.737	58.428
40	39	150.000	-15.200	39	40	-149.485	16.969
41	45	120.588	-0.542	45	41	-120.183	0.553
42	26	20.496	-77.168	26	42	-20.363	77.807
42	43	13.001	-14.272	43	42	-13.000	-5.700
42	44	17.002	-4.737	44	42	-17.000	-8.600
42	45	253.227	15.914	45	42	-252.332	-13.598
42	54	26.012	10.315	54	42	-26.000	-11.000
45	47	293.917	54.279	47	45	-293.380	-52.470
45	72	37.006	-27.137	72	45	-37.000	27.000
46	45	122.487	74.775	45	46	-122.203	-73.412
47	48	180.380	17.470	48	47	-180.081	-17.273
48	49	59.068	27.035	49	48	-59.016	-27.026
48	51	41.011	-15.527	51	48	-41.004	0.575
48	53	27.003	-17.236	53	48	-27.000	-10.000
49	50	22.016	12.026	50	49	-22.000	-13.000
51	52	27.004	-6.375	52	51	-27.000	-13.000
57	58	33.030	19.084	58	57	-33.000	-20.000
57	59	133.002	-65.462	59	57	-131.172	67.006
59	60	121.272	-74.506	60	59	-120.027	75.282
60	61	13.019	1.609	61	60	-13.000	-6.300
60	62	97.008	-82.291	62	60	-96.376	79.134
62	63	78.376	-37.734	63	62	-78.117	36.687
63	64	3.114	-25.438	64	63	-3.100	24.200

SALURAN		DAYA		SALURAN		DAYA	
FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)	FROM	TO	P(MW)	Q(MVAR)
63	71	22.003	0.249	71	63	-22.000	0.000
65	66	98.629	31.246	66	65	-98.447	-30.978
66	67	26.053	9.338	67	66	-26.000	-12.000
66	70	117.735	37.337	70	66	-116.886	-37.081
69	25	20.286	3.997	25	69	-20.249	-3.873
69	68	26.423	5.842	68	69	-26.359	-5.629
69	70	-103.226	-30.993	70	69	103.886	30.881
69	74	35.998	15.196	74	69	-35.894	-15.537
69	75	10.219	1.861	75	69	-10.188	-4.617
73	74	-22.000	-12.000	74	73	22.083	10.856
74	75	0.812	-0.219	75	74	-0.812	-0.883
76	77	105.900	-3.338	77	76	-103.140	7.208
76	82	136.722	-3.905	82	76	-134.413	6.008
77	78	90.340	-11.108	78	77	-89.494	10.579
78	79	39.829	-4.572	79	78	-39.520	3.863
78	80	47.464	-6.407	80	78	-46.867	5.963
79	80	31.720	-5.863	80	79	-31.564	5.075
80	81	-123.550	11.799	81	80	124.808	-10.820
80	83	61.518	-10.509	83	80	-61.268	10.705
80	85	38.166	-13.225	85	80	-37.797	12.798
80	87	59.598	-13.103	87	80	-59.348	11.627
81	82	-124.808	10.820	82	81	127.213	-9.008
83	84	33.968	-20.105	84	83	-33.886	19.910
84	85	6.813	4.388	85	84	-6.803	-5.098
84	86	16.572	3.556	86	84	-16.563	-4.368
86	87	-35.737	14.568	87	86	35.844	-16.118
87	88	5.704	1.209	88	87	-5.700	-2.600
89	84	46.328	13.166	84	89	-46.312	-13.145
90	84	10.000	40.408	84	90	-9.988	-40.392

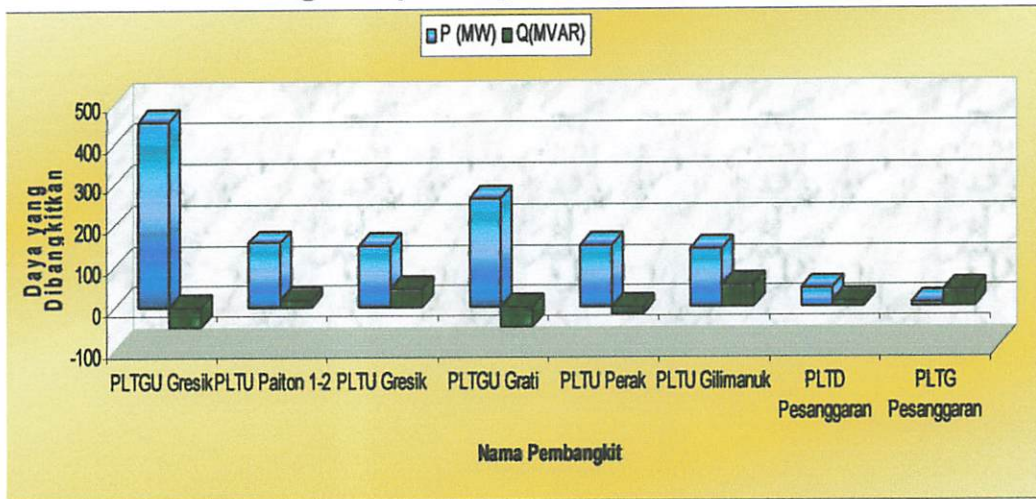
Keterangan:

- Jumlah Pembangkitan = $1369.4356 + 187.4075i$ MVA
- Jumlah Pembebanan = $1312.7 + 374.9i$ MVA
- Jumlah Rugi-Rugi = $56.73564 - 187.4923i$ MVA

Tabel 4.14
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan dan Biaya Operasi
Setelah Optimasi

No	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan		a	b	c	Biaya Operasi (Rupiah/jam)
		(MW/jam)	(MVAR/jam)				
1	PLTGU Gresik	452.669	-45.861	1.1738	1097.72	3737.896	741.203,28
2	PLTU Paiton 1 – 2	156.847	19.018	6.7800	130.00	388144.00	575.338,77
3	PLTU Gresik	150.000	46.263	7.3680	4266.08	6240.00	811.932,00
4	PLTGU Grati	263.593	-47.138	0.3042	1855.00	148332.00	658.387,43
5	PLTU Perak	150.000	-15.748	0.0800	235.00	16950.00	54.000,00
6	PLTU Gilimanuk	140.000	52.317	1.4069	1599.00	87435.00	338.870,24
7	PLTD Pesanggaran	46.328	13.157	14.2932	1670.00	88960.00	197.001,47
8	PLTG Pesanggaran	10.000	40.399	113.900	5297.00	139560.00	203.920,00
Total		1369.437	187.4075				3.580.653,1976

Grafik 4.2
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Setelah Optimasi



4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Penggunaan Metode *Swarm Intellegent*

4.7.1. Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan

Berikut ini adalah tabel yang berisi perbandingan biaya optimum pembangkitan antara hasil perhitungan sebelum dengan sesudah optimasi.

Tabel 4.15
Perbandingan Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan

No	Nama Pembangkit	Sebelum Optimasi (Rp/jam)	Setelah Optimasi (Rp/jam)
1	PLTGU Gresik	582.001,90	741.203,28
2	PLTU Paiton 1 – 2	1.374.747,52	575.338,77
3	PLTU Gresik	1.219.692,33	811.932,00
4	PLTGU Grati	583.099,32	658.387,43
5	PLTU Perak	31.338,00	54.000,00
6	PLTU Gilimanuk	224.176,76	338.870,24
7	PLTD Pesanggaran	96.584,72	197.001,47
8	PLTG Pesanggaran	787.976,51	203.920,00
Total		4.899.617.0629	3.580.653,1976

Dari tabel tingkat optimum diatas dapat dilihat bahwa besarnya biaya produksi pembangkitan sebelum optimasi adalah Rp4.899.617,0629/jam sedangkan besarnya biaya produksi pembangkitan setelah optimasi adalah Rp3.580.653,1976/jam. Jadi selisih antara biaya produksi pembangkitan sebelum dengan sesudah optimasi adalah Rp1.318.963,8656/jam atau terjadi optimasi biaya sebesar 0,269 atau 26,9%.

4.7.2. Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

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

Tabel 4.16
Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

No	Bus	Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
		Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)
1	1	1.01000	0.00000	1.01000	0.00000
2	2	1.01200	0.02993	1.01200	-0.12705
3	3	0.98482	-0.02337	0.98105	-0.06437
4	4	0.98240	-0.02581	0.97862	-0.06683
5	5	0.95436	-0.08915	0.96824	-0.19331
6	6	0.97925	-0.16746	0.97597	-0.24380
7	7	1.00123	0.00728	1.00096	-0.12272
8	8	0.98986	-0.02122	0.98849	-0.11000
9	9	0.99617	0.00173	0.99591	-0.12828
10	10	0.97650	-0.06690	0.97785	-0.15670
11	11	0.95943	-0.10026	0.96929	-0.19834
12	12	0.96952	-0.09243	0.97261	-0.18276
13	13	0.96568	-0.11054	0.97031	-0.20131
14	14	0.96978	-0.15537	0.96938	-0.23656
15	15	0.98097	-0.03397	0.97935	-0.06852
16	16	0.97996	-0.03845	0.97933	-0.07007
17	17	0.97743	-0.03915	0.97680	-0.07078
18	18	0.97260	-0.05342	0.97196	-0.08506
19	19	0.97356	-0.05494	0.97291	-0.08658
20	20	0.97398	-0.05812	0.97333	-0.08976
21	21	0.97978	-0.05234	0.97914	-0.08398
22	22	0.97261	-0.05968	0.97197	-0.09133
23	23	0.97395	-0.05830	0.97330	-0.08994
24	24	0.98330	-0.05037	0.98265	-0.08200
25	25	0.96986	-0.09724	0.96955	-0.10731
26	26	1.01150	-0.03066	1.01120	-0.04069
27	27	1.01072	-0.03523	1.01062	-0.04745
28	28	1.00901	-0.03436	1.00871	-0.04439
29	29	1.00846	-0.03526	1.00817	-0.04529
30	30	1.01008	-0.03275	1.00978	-0.04277
31	31	1.00639	-0.03634	1.00609	-0.04637
32	32	1.00490	-0.03766	1.00460	-0.04769

No	Bus	Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
		Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)
33	33	1.01066	-0.03374	1.01066	-0.04729
34	34	1.00808	-0.03895	1.00808	-0.05249
35	35	0.99800	-0.05769	0.99800	-0.07124
36	36	0.99331	-0.06535	0.99331	-0.07890
37	37	0.99088	-0.06915	0.99088	-0.08270
38	38	1.01400	0.00724	1.01400	-0.02683
39	39	1.00538	-0.02984	1.00517	-0.03611
40	40	1.00733	-0.02533	1.00733	-0.02406
41	41	1.00291	-0.03446	1.00266	-0.04230
42	42	1.00443	-0.03047	1.00386	-0.03705
43	43	1.00443	-0.03060	1.00386	-0.03718
44	44	1.00427	-0.03066	1.00370	-0.03724
45	45	0.99964	-0.04224	0.99934	-0.05373
46	46	1.00630	-0.03601	1.00600	-0.04661
47	47	0.99627	-0.05076	0.99597	-0.06226
48	48	0.99389	-0.05843	0.99359	-0.06993
49	49	0.99211	-0.06044	0.99181	-0.07194
50	50	0.99064	-0.06175	0.99034	-0.07325
51	51	0.99378	-0.05875	0.99348	-0.07025
52	52	0.99362	-0.05898	0.99331	-0.07048
53	53	0.99383	-0.05880	0.99353	-0.07030
54	54	1.00350	-0.03163	1.00293	-0.03821
55	55	1.01030	-0.03493	1.01030	-0.04847
56	56	0.96993	-0.04898	0.96928	-0.08062
57	57	1.01053	-0.03679	1.01047	-0.04936
58	58	1.00847	-0.03868	1.00841	-0.05126
59	59	1.01553	-0.07427	1.01547	-0.08685
60	60	1.02156	-0.10041	1.02150	-0.11299
61	61	1.01897	-0.10388	1.01891	-0.11646
62	62	1.03332	-0.12194	1.03326	-0.13452
63	63	1.03502	-0.13237	1.03496	-0.14496
64	64	1.03514	-0.13295	1.03508	-0.14554
65	65	1.00197	-0.04585	1.00167	-0.05588
66	66	0.99771	-0.05350	0.99741	-0.06354
67	67	0.99394	-0.05780	0.99363	-0.06784
68	68	0.96883	-0.09887	0.96852	-0.10893
69	69	0.97270	-0.09170	0.97239	-0.10176
70	70	0.98417	-0.07376	0.98387	-0.08381
71	71	1.03489	-0.13274	1.03484	-0.14533
72	72	0.99982	-0.04272	0.99953	-0.05422

No	Bus	Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
		Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)
73	73	0.95899	-0.10756	0.95868	-0.11763
74	74	0.96688	-0.09899	0.96656	-0.10905
75	75	0.96729	-0.09998	0.96697	-0.11005
76	76	0.96900	-0.17859	0.96900	-0.24946
77	77	0.94765	-0.25709	0.94757	-0.32940
78	78	0.94094	-0.27546	0.94081	-0.34817
79	79	0.93590	-0.29808	0.93580	-0.37125
80	80	0.93363	-0.31241	0.93357	-0.38595
81	81	0.94060	-0.28296	0.94050	-0.35590
82	82	0.95447	-0.22755	0.95437	-0.29935
83	83	0.93175	-0.32408	0.93172	-0.39800
84	84	0.93292	-0.33005	0.93292	-0.40429
85	85	0.93078	-0.33154	0.93075	-0.40550
86	86	0.93214	-0.33137	0.93213	-0.40548
87	87	0.93208	-0.32450	0.93205	-0.39834
88	88	0.93124	-0.32621	0.93122	-0.40005
89	89	0.93333	-0.33032	0.93333	-0.40395
90	90	0.93333	-0.32959	0.93333	-0.40447

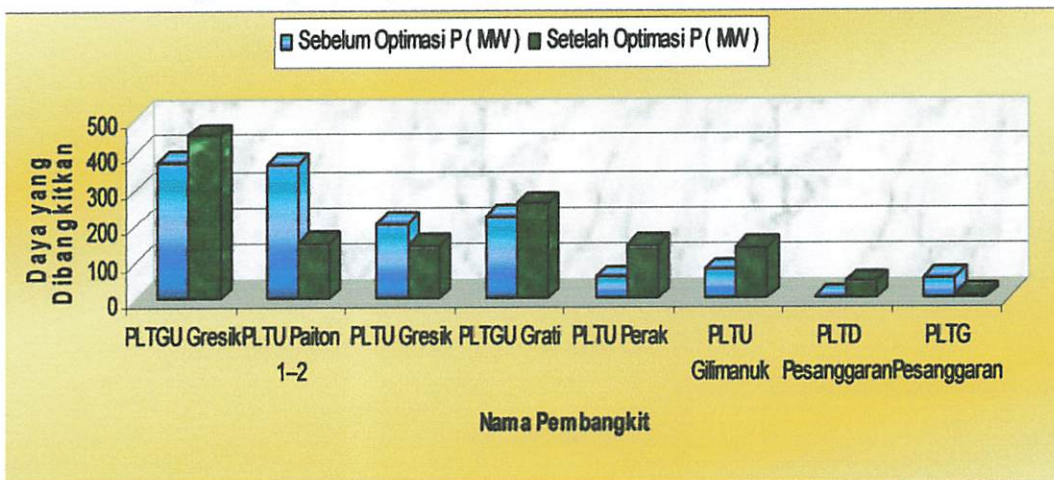
4.7.3. Perbandingan Pembangkitan Daya Aktif Sebelum dan Setelah Optimasi

Berikut ini adalah tabel perbandingan daya aktif sebelum dan setelah optimasi :

Tabel 4.17
Perbandingan Pembangkitan Daya Aktif Sebelum dan Setelah Optimasi

No	Nama Pembangkit	Sebelum Optimasi	Setelah Optimasi
		P (MW/jam)	P (MW/jam)
1	PLTGU Gresik	375.785	452.669
2	PLTU Paiton 1 – 2	372.000	156.847
3	PLTU Gresik	209.000	150.000
4	PLTGU Grati	226.000	263.593
5	PLTU Perak	60.000	150.000
6	PLTU Gilimanuk	79.900	140.000
7	PLTD Pesanggaran	4.400	46.328
8	PLTG Pesanggaran	55.700	10.000
Total		1382.7849	1369.437

Grafik 4.3
Perbandingan Daya yang dibangkitkan Sebelum dan Setelah Optimasi



Dari tabel tingkat optimum diatas dapat dilihat bahwa besarnya daya yang dibangkitkan sebelum optimasi adalah 1.382,7849 MW/jam sedangkan besarnya daya yang dibangkitkan setelah optimasi adalah 1.369,437 MW/jam. Jadi selisih antara daya yang dibangkitkan sebelum dengan sesudah optimasi adalah 13,3479 MW/jam atau terjadi optimasi sebesar 0,0096 atau 0,9 %.

4.7.4. Perbandingan Tingkat Aliran Daya Sebelum Dan Setelah Optimasi

Berikut ini adalah tabel perbandingan aliran daya aktif dan reaktif sebelum dan setelah optimasi :

Tabel 4.18
Perbandingan Aliran Daya Aktif dan Daya Reaktif
Sebelum dan Setelah Optimasi Pada Tiap Bus

No	Saluran		Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
			Daya		Daya	
	FROM	TO	P(MW)	Q(Mvar)	P(MW)	Q(Mvar)
1	1	39	375.785	-31.757	452.669	-45.861
2	2	5	203.891	-96.689	128.442	-47.996
3	2	7	134.109	21.201	-5.595	62.414
4	3	4	30.034	15.817	30.034	15.828
5	3	15	74.660	-50.175	30.186	-19.307
6	3	16	98.130	2.820	36.689	-0.425
7	5	6	142.643	-81.878	95.766	-39.934
8	5	11	26.982	-26.778	13.137	-9.209
9	6	76	165.206	-122.543	107.316	-58.030
10	7	8	108.507	9.970	-30.452	53.712
11	7	9	19.045	8.716	19.045	8.717
12	8	3	10.872	13.416	-127.896	65.185
13	8	10	96.696	-0.672	97.127	-6.594
14	10	12	42.350	-0.898	42.554	-3.887
15	10	13	38.057	-2.348	38.269	-5.335
16	11	13	20.248	-25.153	6.516	-7.097
17	12	13	32.936	-2.822	33.136	-5.814
18	13	6	31.608	-17.130	24.374	-10.290
19	13	14	32.878	-14.193	26.877	-8.535
20	14	6	13.433	-19.019	7.603	-12.762
21	15	16	59.844	-53.459	16.058	-22.102
22	16	17	36.084	12.988	36.084	12.989
23	16	18	30.601	4.971	30.601	4.982
24	16	19	26.286	1.595	26.286	1.608
25	16	45	-10.252	-108.091	-114.839	-78.548
26	16	56	68.320	36.483	68.320	36.485
27	18	19	4.454	-3.531	4.454	-3.523
28	19	20	11.608	-6.727	11.608	-6.711
29	20	21	-26.513	-16.570	-26.513	-16.564
30	20	22	13.010	4.571	13.010	4.574
31	20	23	2.100	1.019	2.100	-1.016
32	21	24	-6.785	-5.196	-6.785	-5.194

33	25	68	11.649	1.270	11.649	1.271
34	26	28	44.265	13.512	44.265	13.513
35	26	29	27.840	8.416	27.840	8.417
36	26	30	24.542	9.602	24.542	9.604
37	26	31	25.552	13.930	25.552	13.932
38	26	46	145.917	91.403	158.780	88.899
39	26	65	112.062	41.607	112.063	41.621
40	26	66	82.817	28.749	82.818	28.760
41	27	26	-102.706	5.587	-149.118	20.559
42	27	57	119.030	12.537	144.820	-21.562
43	28	29	4.206	0.662	4.206	0.662
44	30	31	14.528	8.652	14.528	8.654
45	31	32	33.017	23.664	33.017	23.665
46	33	27	23.332	-5.824	2.702	0.088
47	33	45	67.855	56.163	55.292	60.625
48	33	55	34.698	-3.155	34.698	-3.155
49	33	57	83.116	-20.046	57.309	-11.061
50	34	35	23.834	2.520	23.834	2.520
51	34	55	-32.234	-5.620	-32.234	-5.620
52	35	36	17.667	3.134	17.667	3.134
53	36	37	9.014	1.386	9.014	1.386
54	38	3	218.400	-34.915	255.993	-50.621
55	39	26	-6.836	-44.550	19.956	-51.756
56	39	41	121.126	25.180	156.883	15.903
57	39	42	255.626	-31.906	358.259	-58.732
58	40	39	60.000	7.505	150.000	-15.200
59	41	45	84.944	9.123	120.588	-0.542
60	42	26	-12.182	-67.762	20.496	-77.168
61	42	43	13.001	-14.294	13.001	-14.272
62	42	44	17.002	-4.752	17.002	-4.737
63	42	45	183.530	33.505	253.227	15.914
64	42	54	26.012	10.314	26.012	10.315
65	45	47	293.916	54.237	293.917	54.279
66	45	72	37.006	-27.137	37.006	-27.137
67	46	45	109.656	77.427	122.487	74.775
68	47	48	180.379	17.430	180.380	17.470
69	48	49	59.068	27.034	59.068	27.035
70	48	51	41.011	-15.548	41.011	-15.527
71	48	53	27.003	-17.252	27.003	-17.236
72	49	50	22.016	12.025	22.016	12.026
73	51	52	27.004	-6.387	27.004	-6.375
74	57	58	33.030	19.083	33.030	19.084
75	57	59	133.002	-65.466	133.002	-65.462

75	59	60	121.271	-74.509	121.272	-74.506
76	60	61	13.019	1.609	13.019	1.609
77	60	62	97.008	-82.293	97.008	-82.291
78	62	63	78.376	-37.735	78.376	-37.734
79	63	64	3.114	-25.438	3.114	-25.438
80	63	71	22.003	-0.249	22.003	0.249
81	65	66	98.628	31.234	98.629	31.246
82	66	67	26.053	9.336	26.053	9.338
83	66	70	117.733	37.321	117.735	37.337
84	69	25	20.286	3.995	20.286	3.997
85	69	68	26.423	5.840	26.423	5.842
86	69	70	-103.226	-0.983	-103.226	-30.993
87	69	74	35.998	15.192	35.998	15.196
88	69	75	10.219	1.859	10.219	1.861
89	73	74	-22.000	-12.000	-22.000	-12.000
90	74	75	0.812	-2.220	0.812	-2.219
91	76	77	104.110	-3.005	105.900	-3.338
92	76	82	134.309	-3.489	136.722	-3.905
93	77	78	88.643	-10.498	90.340	-11.108
94	78	79	39.107	-4.281	39.829	-4.572
95	78	80	46.522	-6.026	47.464	-6.407
96	79	80	31.009	-5.538	31.720	-5.863
97	80	81	-121.353	10.754	-123.550	11.799
98	80	83	59.747	-9.738	61.518	-10.509
99	80	85	37.438	-12.774	38.166	-13.225
100	80	87	58.278	-12.481	59.598	-13.103
101	81	82	-122.564	9.909	-124.808	10.820
102	83	84	32.212	-19.292	33.968	-20.105
103	84	85	7.527	3.910	6.813	4.388
104	84	86	17.874	2.885	16.572	3.556
105	86	87	-34.436	13.893	-35.737	14.568
106	87	88	5.704	-1.209	5.704	1.209
107	89	84	4.400	45.033	46.328	13.166
108	90	84	55.700	6.566	10.000	40.408

4.7.5. Perbandingan Tingkat Rugi-rugi Daya Antar Saluran Sebelum Dan Sesudah Optimasi

Berikut ini adalah tabel perbandingan rugi daya antar saluran sebelum dan setelah optimasi :

Tabel 4.19
Perbandingan Rugi daya antar saluran
Sebelum dan Setelah Optimasi Pada Tiap Bus

Bus		Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
		Rugi Daya		Rugi Daya	
FROM	TO	MW	MVAR	MW	MVAR
1	39	2.787	8.246	4.056	13.261
2	5	23.266	7.167	8.539	-3.653
2	7	0.957	0.616	0.212	-1.914
3	4	0.034	-1.183	0.034	-1.172
3	15	0.816	-1.416	0.128	-1.90
3	16	0.438	-0.593	0.062	-1.865
5	6	2.780	0.589	1.065	-7.755
5	11	0.134	-3.625	0.022	-4.112
6	76	3.088	0.472	1.094	0.131
7	8	0.939	-0.648	0.317	-2.759
7	9	0.045	-1.084	0.045	-1.083
8	3	0.027	0.092	1.856	6.348
8	10	1.289	-2.026	1.305	-1.972
10	12	0.314	-0.876	0.318	-0.873
10	13	0.479	-2.042	0.486	-2.037
11	13	0.105	-4.369	0.007	-4.772
12	13	0.171	-1.118	0.176	-1.117
13	6	0.596	2.036	0.320	1.092
13	14	0.445	-2.376	0.274	-2.977
14	6	0.102	0.348	0.042	0.142
15	16	0.299	-0.691	0.034	-0.877
16	17	0.084	-1.012	0.084	-1.011
16	18	0.147	-1.197	0.147	-1.195
16	19	0.132	-1.689	0.132	-1.685
16	45	0.623	1.497	1.027	2.877
16	56	0.320	0.483	0.320	0.485
18	19	0.001	-0.520	0.001	-0.520
19	20	0.011	-3.109	0.011	-3.105
20	21	0.071	-3.174	0.071	-3.169
20	22	0.010	-1.829	0.010	-1.826
20	23	0.000	-2.219	0.000	-2.216
21	24	0.015	-1.396	0.015	-1.394
25	68	0.007	-3.605	0.007	-3.602
26	28	0.059	-0.150	0.059	-0.149
26	29	0.045	-0.051	0.045	-0.051
26	30	0.014	-0.650	0.014	-0.650
26	31	0.045	-1.694	0.045	-1.693

26	46	0.262	-0.032	0.292	0.116
26	65	0.434	0.973	0.435	0.975
26	66	0.477	0.060	0.478	0.063
27	26	0.104	0.466	0.222	0.998
27	57	0.042	0.101	0.063	0.191
28	29	0.001	-0.871	0.001	-0.870
30	31	0.018	-2.088	0.018	-2.086
31	32	0.017	-1.336	0.017	-1.335
33	27	0.007	0.035	0.000	0.000
33	45	0.251	-3.357	0.220	-3.507
33	55	0.012	-7.555	0.012	-7.555
33	57	0.071	-0.301	0.033	-0.435
34	35	0.167	-2.615	0.167	-2.615
34	55	0.052	-2.019	0.052	-2.019
35	36	0.053	-1.552	0.053	-1.552
36	37	0.014	-1.614	0.014	-1.614
38	3	7.422	5.471	10.332	-7.616
39	26	0.078	0.265	0.119	0.402
39	41	0.182	0.057	0.295	0.445
39	42	0.263	-0.434	0.522	-0.304
40	39	0.083	0.285	0.515	1.770
41	45	0.204	-0.673	0.405	0.011
42	26	0.099	0.475	0.133	0.639
42	43	0.001	-19.994	0.001	-19.972
42	44	0.002	-13.352	0.002	-13.337
42	45	0.484	0.348	0.895	2.316
42	54	0.012	-0.686	0.012	-0.685
45	47	0.537	1.807	0.537	1.809
45	72	0.006	-0.137	0.006	-0.137
46	45	0.249	1.192	0.285	1.363
47	48	0.298	0.196	0.298	0.198
48	49	0.051	0.009	0.051	0.009
48	51	0.007	-14.961	0.007	-14.952
48	53	0.003	-27.252	0.003	-27.236
49	50	0.016	-0.975	0.016	-0.974
51	52	0.004	-19.387	0.004	-19.375
57	58	0.030	-0.917	0.030	-0.916
57	59	1.831	1.543	1.831	1.544
59	60	1.244	0.775	1.244	0.776
60	61	0.019	-4.691	0.019	-4.691
60	62	0.631	-3.158	0.632	-3.157
62	63	0.260	-1.048	0.260	-1.047
63	64	0.014	-1.238	0.014	-1.238

63	71	0.003	-0.249	0.003	-0.249
65	66	0.182	0.267	0.182	0.268
66	67	0.053	-2.664	0.053	-2.662
66	70	0.848	0.253	0.849	0.256
69	25	0.038	0.124	0.038	0.124
69	68	0.064	0.212	0.064	0.212
69	70	0.659	-0.115	0.659	-0.112
69	74	0.104	-0.342	0.104	-0.341
69	75	0.030	-2.758	0.030	-2.756
73	74	0.082	-1.145	0.083	-1.144
74	75	0.000	-3.104	0.000	-3.102
76	77	2.667	3.593	2.759	3.870
76	82	2.229	1.868	2.310	2.103
77	78	0.814	-0.592	0.847	-0.529
78	79	0.298	-0.743	0.309	-0.709
78	80	0.573	-0.515	0.598	-0.444
79	80	0.149	-0.810	0.156	-0.789
80	81	1.211	0.845	1.258	0.979
80	83	0.235	0.154	0.250	0.197
80	85	0.354	-0.456	0.369	-0.427
80	87	0.239	-1.509	0.250	-1.476
81	82	2.316	1.553	2.405	1.812
83	84	0.074	-0.218	0.082	-0.195
84	85	0.011	-0.708	0.010	-0.710
84	86	0.011	-0.809	0.010	-0.710
86	87	0.099	-1.569	0.106	-1.551
87	88	0.004	-3.809	0.004	-3.809
89	84	0.014	0.019	0.016	0.021
90	84	0.022	0.029	0.012	0.016

Keterangan :

- Rugi-rugi Sebelum Optimasi = 70.08494 - 180.6129i MVA
- Rugi-rugi Setelah Optimasi = 56.73564 - 187.4923i MVA

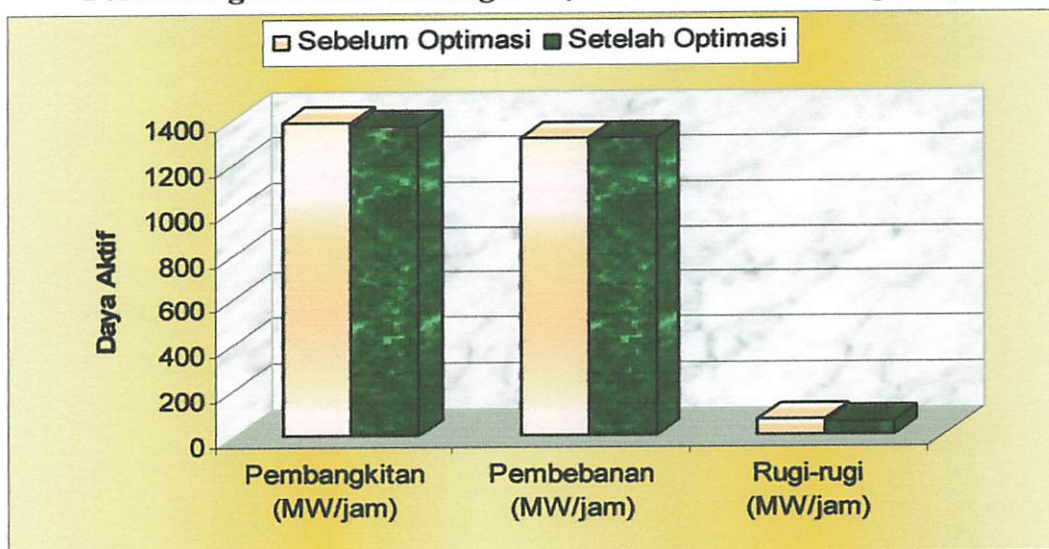
Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa rugi daya aktif antar saluran sebelum dan sesudah optimasi terjadi penurunan yaitu untuk rugi daya aktif sebelum dioptimasi adalah 70.08494 MW, sedangkan perhitungan rugi daya aktif

antar saluran setelah optimasi adalah 56.73564 MW atau terjadi Penurunan rugi-rugi sebesar 13.3493 MW atau sebesar 19.045 %.

Tabel 4.20
Perbandingan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi – rugi Daya Aktif
Sebelum dan Setelah Optimasi

Total	Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi		
	Pembangkitan MW/jam	Pembebanan MW/jam	Rugi - Rugi MW/jam	Pembangkitan MW/jam	Pembebanan MW/jam	Rugi - Rugi MW/jam
	1382.7849	1312.7	70.08494	1369.437	1312.7	56.73564

Grafik 4.4
Perbandingan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-Rugi



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa perhitungan pada saluran transmisi 150 kV Region Jawa Timur-Bali dengan menggunakan metode *Swarm Intellegent (SI)* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Biaya operasi pembangkit dapat dioptimalkan. Biaya operasi pembangkit sebelum optimasi adalah Rp 4.998.247,01/jam sedangkan besarnya biaya operasi pembangkit setelah optimasi adalah Rp 3.780.503,24/jam. Jadi selisih antara biaya operasi pembangkit sebelum dngan sesudah optimasi adalah Rp 1.217.743,7661/jam.
2. Dengan melakukan perhitungan pada saluran tramisi 150 kV Region Jawa Timur-Bali menggunakan metode *Swarm Inteligent (SI)* ternyata perhitungan daya aktif saluran dari 57.604 MW menjadi 55.937 MW, atau terjadi penurunan rugi-rugi sebesar 1.667 MW.

5.2 Saran

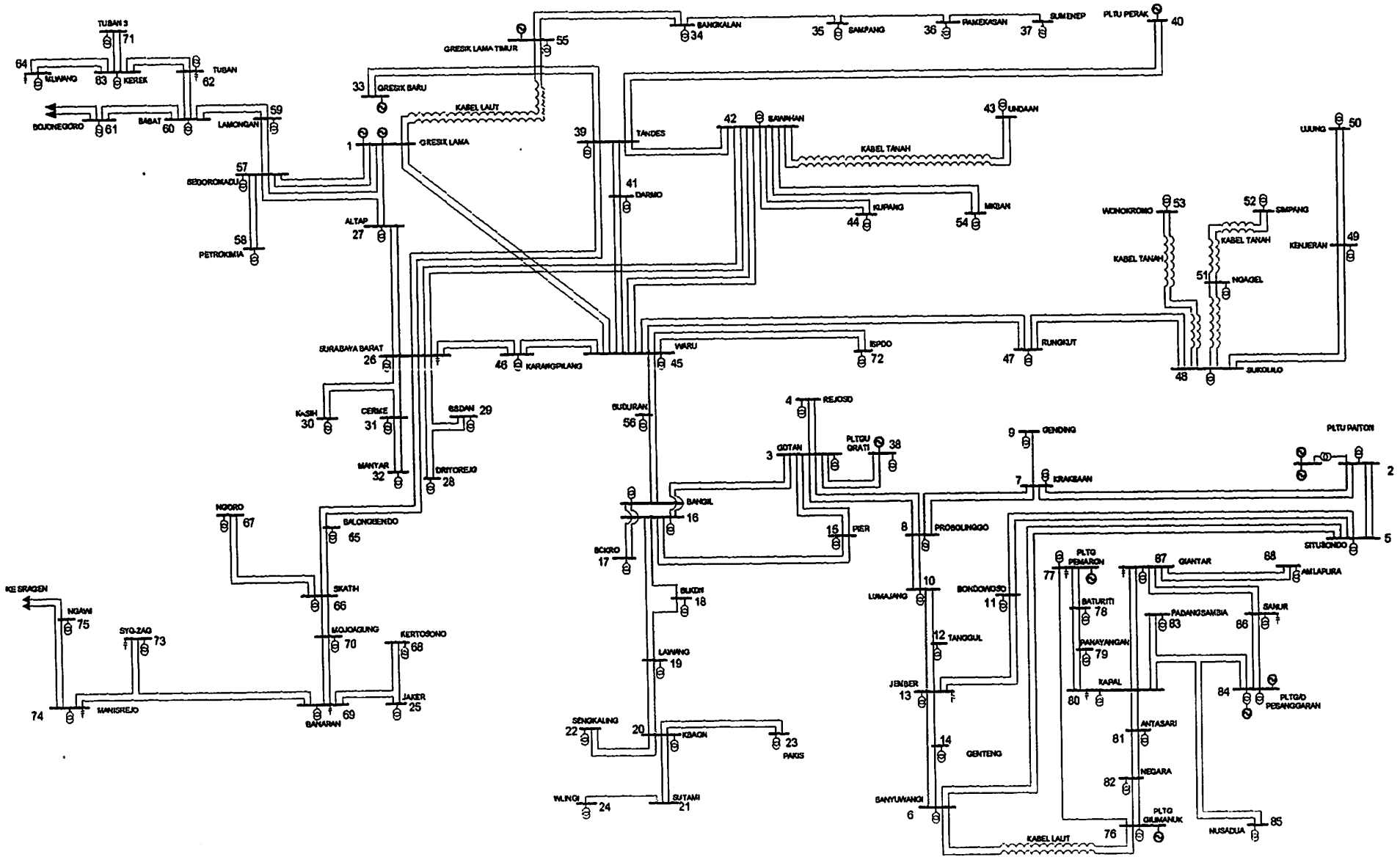
Penggunaan metode *Swarm Intelegent (SI)* untuk menyelesaikan permasalahan *Optimal Power Flow* pada saluran transmisi masih perlu dikembangkan lagi terhadap sistem jaringan yang lebih luas sehingga nantinya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam pemecahan permasalahan pembebanan ekonomis pada saluran transmisi.

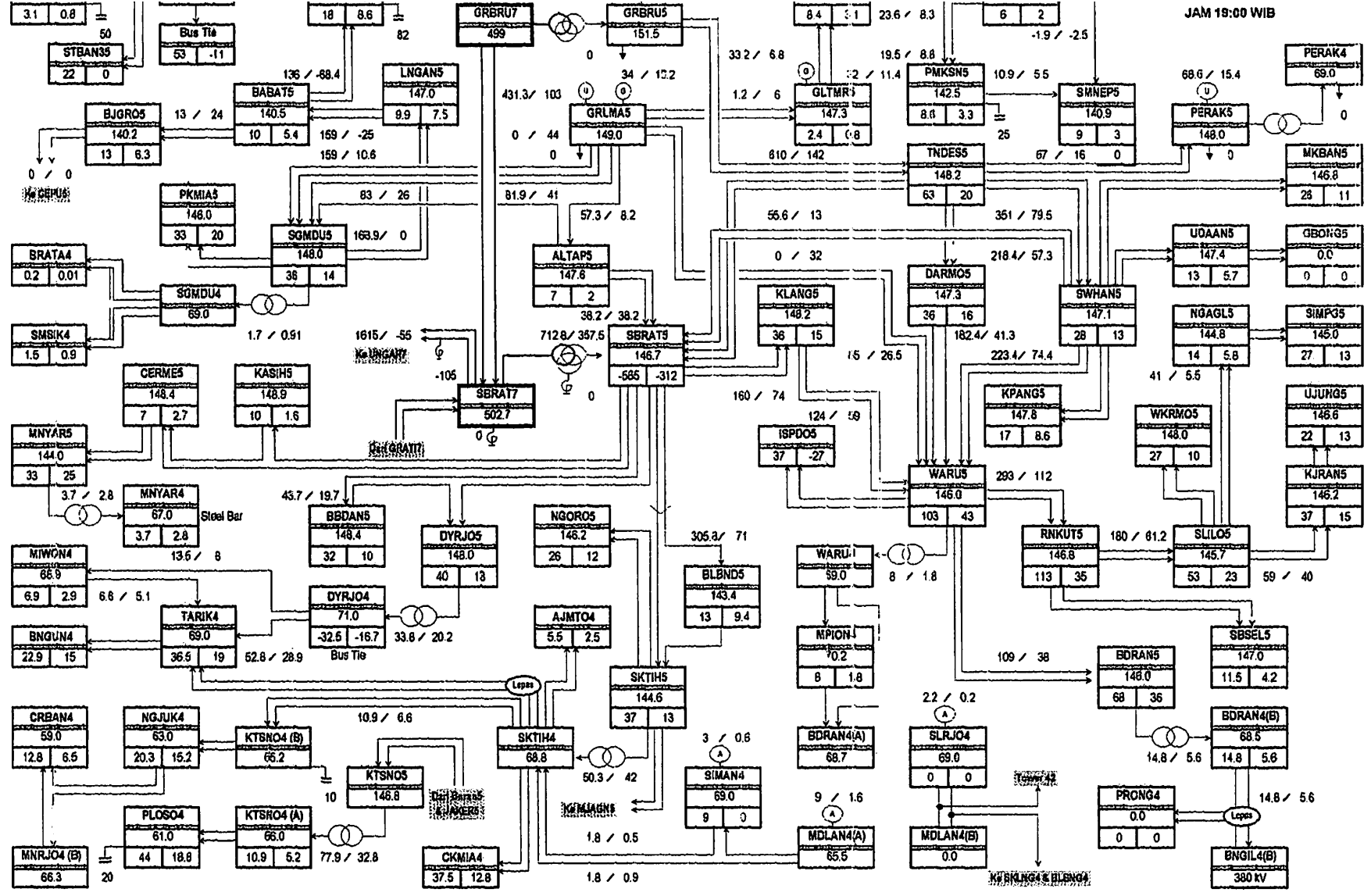
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wood, Allen J dan Wollenberg, Bruce F. 1996. *Power Generation, Operation and Control*. United State of America : John Willey & Sons, Inc
- [2] Zuhail, 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta : PT Gramedia Utama.
- [3] Stevenson, William D Jr. 1983. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : Erlangga edisi keempat
- [4] Marsudi, Djiteng. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Graha Ilmu edisi pertama
- [5] Swarup, K S. 2006. *Swarm Intelligence Approach to The Solution of Optimal Power Flow*. Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology Madras, Chennai 600 036, India
- [6] Tri, Vendy. 2007. *Economic Dispatch dengan Menggunakan Metode Successive Linear Programming di PT. PLN Area IV Sub Sistem Paiton-Bali*.

LAMPIRAN 1

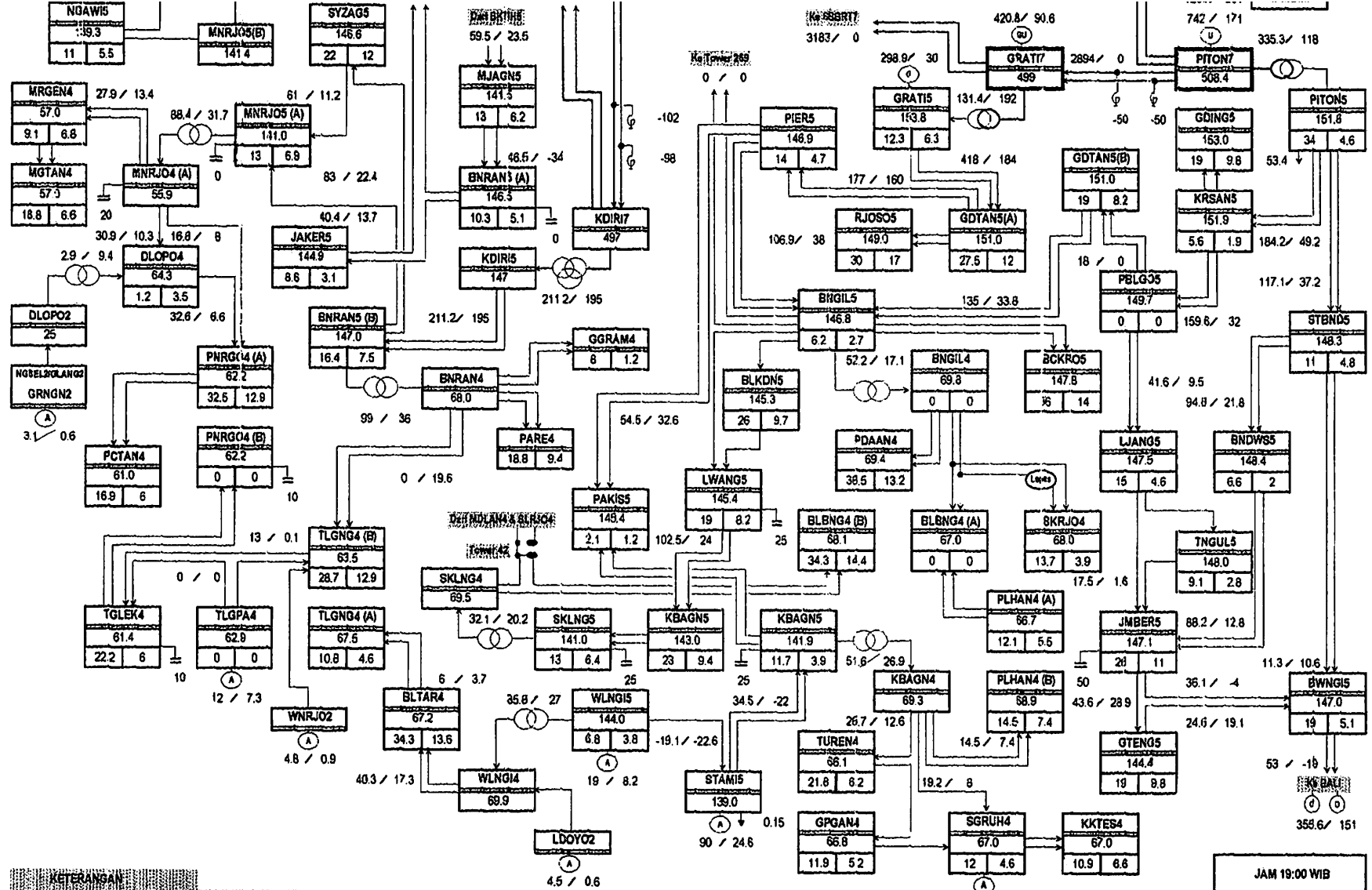
1. Single Line Sistem 150 kV Region IV Jawa Timur-Bali per Maret 2007.
2. Load Flow ; Rabu, 19 September 2007 jam 19:00 WIB.
3. Data Karakteristik Transmisi UPT dan SRB.
4. IEEE 30-Bus Data and Load Flow Result at Base Case.





Perubahan Terhadap Normal			
GR Busbar 70 kV 12 Bus	GR Busbar 150 kV 6 Bus	GR Busbar 150 kV 2 Bus	GR Busbar 150 kV 2 Bus
GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus
GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus
GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus	GR Busbar 150 kV 1 Bus

CATATAN:
 Semua Pemakaian Busbar
 P. G. hanya untuk ditetapi



KETERANGAN

DCG	Daerah Candi
DC	Daerah Candi
DC	Daerah Candi
DC	Daerah Candi

AW / AW Beban Inter Bus Transformer

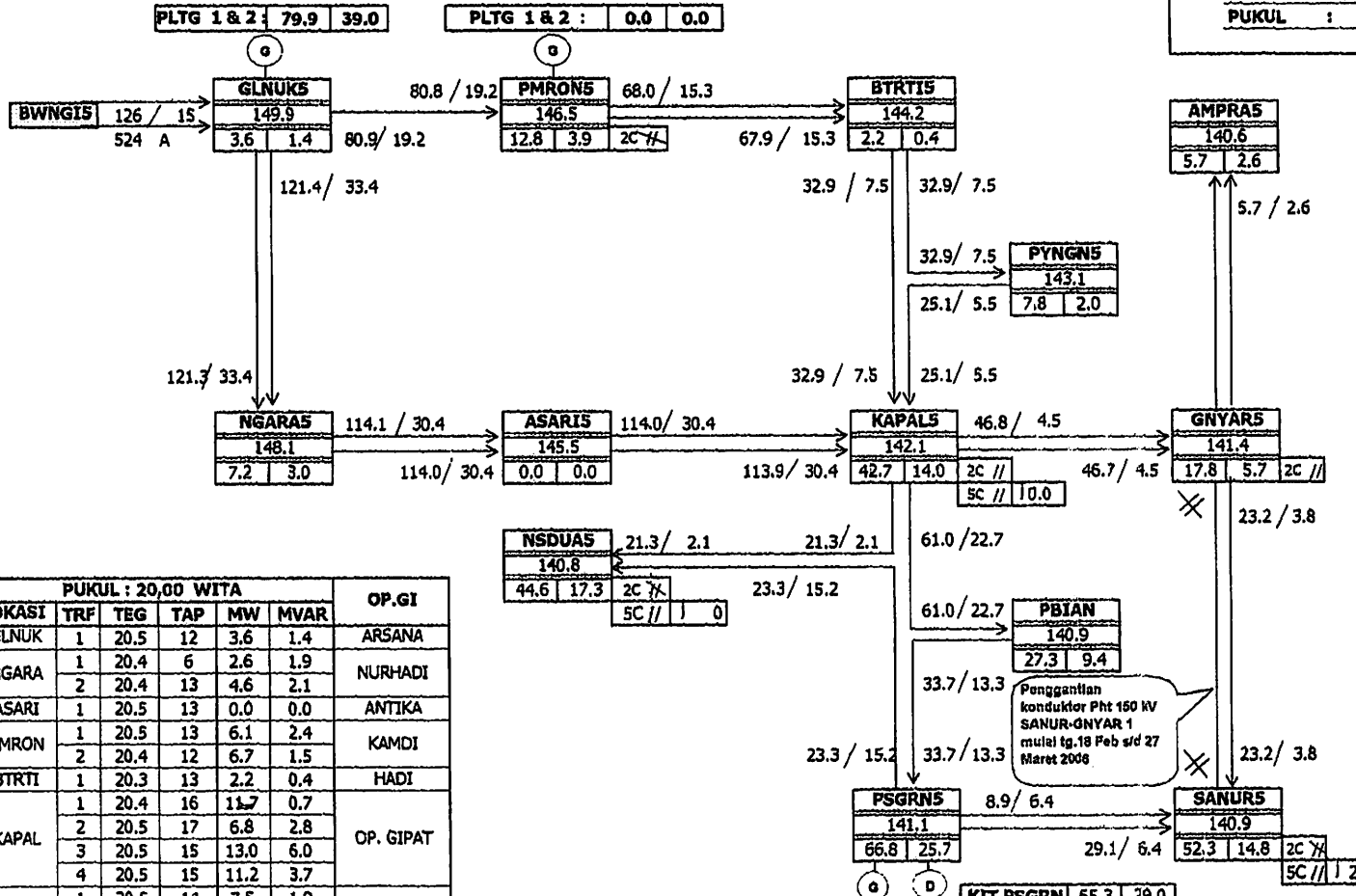
AW / AW Beban Pembangkit

AW / AW Beban Pemukiman

AW / AW Beban Industri

AW / AW Beban Perkotaan

JAM 19:00 WIB	
DISPATCHER	Ariyanto Winarto
Total Pembangkit	6.356.1 / 1.678.7
Total Transfer	(2.833.0) / 225.0
Distribusi Area - 4	3.523.1 / 1.903.7



OLS 150kV GLNUK - BWNGI pk.: 20.00 WITA

1 SEC KAPAL	718 Amp	21.5 MW
1 SEC PMRON	84 Amp	2.5 MW
1 SEC NGARA	52 Amp	1.6 MW
1 SEC GNYAR	80 Amp	2.4 MW
4 SEC KAPAL	90 Amp	2.7 MW
4 SEC NSDUA	823 Amp	24.6 MW
5 SEC PMRON	81 Amp	2.4 MW
5 SEC PSGRN	1527 Amp	45.7 MW
SUB TOTAL1 SEC	934 Amp	27.9 MW
SUB TOTAL4 SEC	913 Amp	27.3 MW
SUB TOTAL5 SEC	1608 Amp	48.1 MW
TOTAL	3455 Amp	103.3 MW

FREK UFR TERPASANG Island Glnuk

48.6 Hz	114 Amp	3.4 MW
48.4 Hz	430 Amp	12.9 MW
48.3 Hz	1966 Amp	58.8 MW
TOTAL	2510 Amp	75.0 MW

UFR 48,3 Hz terpasang Island PSGRN

PSGRN	642 Amp	19.2 MW
NSDUA	497 Amp	14.9 MW
TOTAL	1139 Amp	34.1 MW

PUKUL : 20,00 WITA

LOKASI	TRF	TEG	TAP	MW	MVAR	OP.GI
GLNUK	1	20.5	12	3.6	1.4	ARSANA
NGARA	1	20.4	6	2.6	1.9	NURHADI
	2	20.4	13	4.6	2.1	
ASARI	1	20.5	13	0.0	0.0	ANTIKA
PMRON	1	20.5	13	6.1	2.4	KAMDI
	2	20.4	12	6.7	1.5	
BTRTI	1	20.3	13	2.2	0.4	HADI
KAPAL	1	20.4	16	11.7	0.7	OP. GIPAT
	2	20.5	17	6.8	2.8	
	3	20.5	15	13.0	6.0	
	4	20.5	15	11.2	3.7	
GNYAR	1	20.5	14	7.5	1.9	ISWANTO
	2	20.5	13	10.3	3.8	
AMPRA	1	20.5	14	2.1	1.1	GANDHI
	2	20.5	14	3.6	1.5	
SANUR	1	20.2	14	8.8	1.4	OP. APD
	2	20.3	16	16.7	4.6	
	3	20.3	16	26.8	9.9	
PSGRN	3	20.5	17	7.6	2.9	SUDIANA
	4	20.5	14	28.0	10.7	
	5	20.5	14	31.2	12.1	
NSDUA	1	20.4	17	18.6	5.8	SURANADI
	2	20.4	16	14.7	7.2	
	3	20.4	15	11.3	4.3	
PBIAN	1	20.3	15	27.3	9.4	SUMANTRA
	2	-	-	-	-	
PYNGN	1	20.1	12	7.8	2.0	SUDARSANA

ISLAND PSGRN pk : 18.00 WITA

f : 48,3 Hz	f : 48,1 Hz
1743 Amp	1243 Amp
52.1 MW	37.2 MW

ISLAND PSGRN pk : 20.00

f : 48,3 Hz	f : 48,1 Hz
2,001 Amp	1,450 Amp
59.8 MW	43.4 MW

Pembangkit BALI & SC	145.2	93.0
Total Transfer	126.0	15.0
Capasitor / MSC	-	25.0
Distribusi BALI	271.2	108.0

Keterangan :

DISPATCHER : Pk. 15.00 ~ 22.00	
1	GEDE NOBEN
2	MUKTIONO

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Halaman: 1

Jml Sblh	Duf	Ke	No. Sblh	Tag (M)	Jarak (km)	Data Penghantar		I Nom (Amp)	Tap CT	Tap WT	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	(11)-(9)(3)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daye (MVA)	TAHUN OPERASI	Keterangan
						Jenis	Jenis																			
1	WARUS	SWHANS	1	150	10,730	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,6288	3,0205	43,7140	3,0852	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	384,5040			
1	WARUS	SWHANS	2	150	10,730	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,6288	3,0205	43,7140	3,0852	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	384,5040			
1	WARUS	KRPLGS	2	150	10,740	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,6294	3,0233	43,7548	3,0981	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	384,5040			
1	WARUS	GRSIX	1	150	24,700	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	1,4474	6,9531	100,6278	7,1021	225,0000	0,0316	0,0094	0,0309	0,0099	384,5040			
1	WARUS	GRSIX	2	150	24,700	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	1,4474	6,9531	100,6278	7,1021	225,0000	0,0316	0,0094	0,0309	0,0099	384,5040			
1	WARUS	DGRANS	1	150	10,870	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,6530	1,2505	4,2712	30,4415	4,4505	225,0000	0,0188	0,0056	0,0190	0,0069	192,3520			
1	WARUS	DGRANS	2	150	10,870	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,6530	1,2505	4,2712	30,4415	4,4505	225,0000	0,0188	0,0056	0,0190	0,0069	192,3520			
1	WARUS	RNKUTS	1	150	4,760	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,2789	1,3398	19,3922	1,3987	225,0000	0,0081	0,0012	0,0060	0,0044	384,5040			
1	WARUS	RNKUTS	2	150	4,760	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,2789	1,3398	19,3922	1,3987	225,0000	0,0081	0,0012	0,0060	0,0044	384,5040			
1	WARUS	BDRANS	1	150	7,890	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,6530	0,9001	3,0743	21,9110	3,2034	225,0000	0,0142	0,0040	0,0137	0,0049	192,3520			
1	WARUS	BNGLS	1	150	21,750	ACSR	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,6530	2,5491	8,7065	62,0528	9,0720	225,0000	0,0403	0,0113	0,0387	0,0140	192,3520			
1	WARUS	ISPDOS	1	150	1,200	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,6530	1,1406	4,4504	3,4238	5,5005	225,0000	0,0022	0,0006	0,0021	0,0003	192,3520			
1	WARUS	ISPDOS	2	150	1,200	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,6530	1,1406	4,4504	3,4238	5,5005	225,0000	0,0022	0,0006	0,0021	0,0003	192,3520			
1	BDRANS	BNGLS	1	150	19,310	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	0,1172	0,4003	2,6530	2,2631	7,2788	45,0914	8,0543	225,0000	0,0358	0,0101	0,0344	0,0124	192,3520			
1	BDRANS	DRYJOS	1	150	13,200	ACSR	330 mm ²	740	800	800	0,1172	0,4003	2,6530	1,5470	5,2640	37,6566	5,5056	225,0000	0,0245	0,0069	0,0235	0,0085	192,3520			
1	BDRANS	SRRAIS	1	150	10,400	ACSR	330 mm ²	740	800	800	0,1172	0,4003	2,6530	1,2189	4,1631	8,9712	4,3378	225,0000	0,0183	0,0054	0,0185	0,0020	192,3520			
1	SILLOS	RNKUTS	1	150	6,610	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0,0568	0,2815	4,0740	0,3991	1,9170	27,7439	1,9581	225,0000	0,0087	0,0018	0,0065	0,0052	384,5040			
1	SILLOS	RNKUTS	2	150	6,610	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0,0568	0,2815	4,0740	0,3991	1,9170	27,7439	1,9581	225,0000	0,0087	0,0018	0,0065	0,0052	384,5040			
1	SILLOS	NGGELS	1	150	2,880	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1083	113,1800	0,1489	0,3188	337,2764	0,3504	225,0000	0,0018	0,0007	0,0014	0,00759	192,3520			
1	SILLOS	NGGELS	2	150	2,880	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1083	113,1800	0,1489	0,3188	337,2764	0,3504	225,0000	0,0018	0,0007	0,0014	0,00759	192,3520			
1	SILLOS	KJRANS	1	150	4,370	ACSR	330 mm ²	740	1600	1600	0,1172	0,4003	0,8530	0,6122	1,7493	3,7276	1,8227	225,0000	0,0081	0,0023	0,0078	0,0068	192,3520			
1	SILLOS	KJRANS	2	150	4,370	ACSR	330 mm ²	740	1600	1600	0,1172	0,4003	0,8530	0,6122	1,7493	3,7276	1,8227	225,0000	0,0081	0,0023	0,0078	0,0068	192,3520			
1	SILLOS	WKRAMOS	1	150	5,250	N K F O F C	1 x 800 mm ²	960	0	0	0,0338	0,1087	118,8000	0,1775	0,5759	613,2000	0,6026	225,0000	0,0027	0,0008	0,0028	0,0018	249,4080			
1	SILLOS	WKRAMOS	2	150	5,250	N K F O F C	1 x 800 mm ²	960	0	0	0,0338	0,1087	118,8000	0,1775	0,5759	613,2000	0,6026	225,0000	0,0027	0,0008	0,0028	0,0018	249,4080			
1	NGGELS	SIMPUS	1	150	3,860	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1083	113,1800	0,1642	0,4103	438,8748	0,4539	225,0000	0,0020	0,0009	0,0018	0,0083	192,3520			
1	NGGELS	SIMPUS	2	150	3,860	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1083	113,1800	0,1642	0,4103	438,8748	0,4539	225,0000	0,0020	0,0009	0,0018	0,0083	192,3520			
1	UDANS	GBONGS	1	150	3,030	NKF OFC	1 x 240 MCM	400		1250	0,0870	0,1320	73,0000	0,2638	0,4000	221,1900	0,4790	225,0000	0,0021	0,0012	0,0018	0,0488	103,9200			
1	UDANS	GBONGS	2	150	3,030	NKF OFC	1 x 240 MCM	400		1250	0,0870	0,1320	73,0000	0,2638	0,4000	221,1900	0,4790	225,0000	0,0021	0,0012	0,0018	0,0488	103,9200			
1	UDANS	SWHANS	1	150	3,770	NKF OFC	1 x 800 MM	960			0,0338	0,1087	118,8000	0,1274	0,4136	440,3360	0,4328	225,0000	0,0019	0,0008	0,0018	0,0991	249,4080			
1	UDANS	SWHANS	2	150	3,770	NKF OFC	1 x 800 MM	960			0,0338	0,1087	118,8000	0,1274	0,4136	440,3360	0,4328	225,0000	0,0019	0,0008	0,0018	0,0991	249,4080			
1	WARUA	MPIONA	1	70	4,600	TACSR	160 mm ²	734	400	400	0,1370	0,3970	2,8800	0,6384	1,8500	13,4208	1,9571	49,0000	0,0018	0,0006	0,0018	0,0991	249,4080			
1	WARUA	MPIONA	2	70	4,600	TACSR	160 mm ²	734	400	400	0,1370	0,3970	2,8800	0,6384	1,8500	13,4208	1,9571	49,0000	0,0018	0,0006	0,0018	0,0991	249,4080			
1	WARUA	BDRANA	1	70	7,860	TACSR	180 mm ²	734	400	400	0,1370	0,3970	2,8800	1,0357	3,0013	21,7728	3,1760	49,0000	0,0048	0,0021	0,0048	0,0511	88,9602			
1	BDRANA	BNGLA	1	70	16,050	ACSR	187,5 mm ²	398	400	400	0,2180	0,3859	2,9580	3,2809	5,8078	44,4878	6,6704	49,0000	0,1381	0,0870	0,1185	0,0222	48,0110			
1	BDRANA	PRONGA	1	70	16,050	ACSR	187,5 mm ²	398	400	400	0,2180	0,3859	2,9580	3,2809	5,8078	44,4878	6,6704	49,0000	0,1381	0,0870	0,1185	0,0222	48,0110			
1	MPIONA	BDRANA	1	70	2,900	TACSR	180 mm ²	734	400	400	0,1370	0,3970	2,8800	0,3973	1,1513	1,2178	1,2178	49,0000	0,0048	0,0021	0,0048	0,0511	88,9602			
1	MPIONA	BDRANA	1	70	2,900	TACSR	180 mm ²	734	400	400	0,1370	0,3970	2,8800	0,3973	1,1513	1,2178	1,2178	49,0000	0,0048	0,0021	0,0048	0,0511	88,9602			

1. UPT Surabaya

Jnsi Sakal	Dart	Ko	No. Sakal	Teg (kV)	Jarak (km)	Data Pengalihan Jenis	I Nom (Amp)	Tap CT	Tap WT	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (MVA)	Tahun Operasi	Keterangan
				(kV)	(km)			Darf	Ks			(MVA/km)	(Ohm)	(Ohm)	(MVA)		

2. UPT Gresik

				(kV)	(km)			Darf	Ks			(MVA/km)	(Ohm)	(Ohm)	(MVA)				
1	SWPANS	UDAANS	1	150	3.770	NKF OFC	860	2000	0	0.0333	0.1274	116.8000	440.3350	0.4136	0.4328	225.0000	0.0019	0.0018	249.4080
1	SWPANS	UDAANS	2	150	3.770	NKF OFC	860	2000	0	0.0338	0.1274	116.8000	440.3350	0.4136	0.4328	225.0000	0.0019	0.0018	249.4080
1	SWPANS	KPANGS	1	150	4.050	NKF OFC	860	2000	0	0.0870	0.3524	73.0000	285.6500	0.8403	2.6682	225.0000	0.0028	0.0024	103.9200
1	SWPANS	KPANGS	2	150	4.050	NKF OFC	860	2000	0	0.0870	0.3524	73.0000	285.6500	0.8403	2.6682	225.0000	0.0028	0.0024	103.9200
1	SWPANS	MKBANS	1	150	6.680	ACSR OSTRICH	398	2000	1250	0.1172	0.6657	2.8530	16.2050	2.3692	228.0000	0.0105	0.0030	102.8908	
1	SWPANS	MKBANS	2	150	6.680	ACSR OSTRICH	398	2000	1250	0.1172	0.6657	2.8530	16.2050	2.3692	228.0000	0.0105	0.0030	102.8908	
1	SWPANS	SBABATS	1	150	16.680	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.9423	4.0740	65.5098	4.8238	225.0000	0.0205	0.0042	384.5040	
1	SWPANS	SBABATS	2	150	16.680	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.9423	4.0740	65.5098	4.8238	225.0000	0.0205	0.0042	384.5040	
1	SWPANS	TNDESS	1	150	3.200	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.1875	4.0740	13.0368	0.9201	225.0000	0.0041	0.0003	384.5040	
1	SWPANS	TNDESS	2	150	3.200	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.1875	4.0740	13.0368	0.9201	225.0000	0.0041	0.0003	384.5040	
1	SWPANS	WARUS	1	150	10.730	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.8288	4.0740	43.7140	3.0682	225.0000	0.0137	0.0028	384.5040	
1	SWPANS	WARUS	2	150	10.730	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.8288	4.0740	43.7140	3.0682	225.0000	0.0137	0.0028	384.5040	
1	LUUNGS	KJRBANS	1	150	8.200	ACSR	645	1000	1250	0.1370	1.1234	2.8800	23.8160	3.4407	225.0000	0.0163	0.0050	187.5710	
1	LUUNGS	KJRBANS	2	150	8.200	ACSR	645	1000	1250	0.1370	1.1234	2.8800	23.8160	3.4407	225.0000	0.0163	0.0050	187.5710	
1	TNDESS	PERAKS	1	150	8.650	ACSR AW	740	500	1600	0.1172	0.4003	2.8530	25.2491	3.6914	225.0000	0.0164	0.0046	192.2320	
1	TNDESS	PERAKS	2	150	8.650	ACSR AW	740	500	1600	0.1172	0.4003	2.8530	25.2491	3.6914	225.0000	0.0164	0.0046	192.2320	
1	TNDESS	DGRANS	1	150	4.530	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	12.9241	1.8685	225.0000	0.0084	0.0028	192.2320	
1	TNDESS	DGRANS	2	150	4.530	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	12.9241	1.8685	225.0000	0.0084	0.0028	192.2320	
1	TNDESS	SBABATS	1	150	14.780	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	42.1873	6.1648	225.0000	0.0274	0.0084	192.2320	
1	TNDESS	SBABATS	2	150	14.780	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	42.1873	6.1648	225.0000	0.0274	0.0084	192.2320	
1	TNDESS	GRSKBS	1	150	13.760	TACSR	3982	3150	3150	0.0683	0.2581	4.3680	60.3514	3.6587	225.0000	0.0163	0.0039	101.114	
1	TNDESS	GRSKBS	2	150	13.760	TACSR	3982	3150	3150	0.0683	0.2581	4.3680	60.3514	3.6587	225.0000	0.0163	0.0039	101.114	
1	SGMDUS	APRMA5	3	150	8.030	ACSR AW	1480	1600	1600	0.0588	0.3534	4.0740	24.9662	1.7338	225.0000	0.0077	0.0018	384.5040	
1	SGMDUS	APRMA5	1	150	8.030	ACSR AW	1480	1600	1600	0.0588	0.3534	4.0740	24.9662	1.7338	225.0000	0.0077	0.0018	384.5040	
1	SGMDUS	LANGANS	1	150	28.200	TACSR	973	800	2000	0.1370	0.3956	2.8500	11.1659	1.8059	225.0000	0.0013	0.0003	384.5040	
1	SGMDUS	LANGANS	2	150	28.200	TACSR	973	800	2000	0.1370	0.3956	2.8500	11.1659	1.8059	225.0000	0.0013	0.0003	384.5040	
1	SGMDUS	PKMA5	1	150	8.000	TACSR DUCK	740	400	1250	0.1172	0.4003	2.8530	22.8240	3.3368	225.0000	0.0525	0.0172	252.7854	
1	SGMDUS	PKMA5	2	150	8.000	TACSR DUCK	740	400	1250	0.1172	0.4003	2.8530	22.8240	3.3368	225.0000	0.0525	0.0172	252.7854	
1	SGMDUS	GRSKS	1	150	3.900	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	11.1267	1.6287	225.0000	0.0072	0.0020	192.2320	
1	SGMDUS	GRSKS	2	150	3.900	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	11.1267	1.6287	225.0000	0.0072	0.0020	192.2320	
1	APRMA5	GRSKS	1	150	4.930	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.2815	4.0740	20.0848	1.4175	225.0000	0.0093	0.0043	384.5040	
1	APRMA5	GRSKS	2	150	4.930	ACSR	1480	2000	2000	0.0588	0.2815	4.0740	20.0848	1.4175	225.0000	0.0093	0.0043	384.5040	
1	APRMA5	SBABATS	1	150	17.970	ACSR	1480	1600	1250	0.0588	0.2815	4.0740	73.2098	5.1670	225.0000	0.0230	0.0047	384.5040	
1	APRMA5	SBABATS	2	150	17.970	ACSR	1480	1600	1250	0.0588	0.2815	4.0740	73.2098	5.1670	225.0000	0.0230	0.0047	384.5040	
1	DGRANS	WARUS	1	150	10.670	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	30.4415	4.4505	225.0000	0.0168	0.0056	192.2320	
1	DGRANS	WARUS	2	150	10.670	ACSR	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	30.4415	4.4505	225.0000	0.0168	0.0056	192.2320	
1	LANGANS	BABATS	1	150	21.000	TACSR	973	1600	1250	0.1370	0.3956	2.8800	80.4600	8.7917	225.0000	0.0091	0.0128	252.7854	
1	LANGANS	BABATS	2	150	21.000	TACSR	973	1600	1250	0.1370	0.3956	2.8800	80.4600	8.7917	225.0000	0.0091	0.0128	252.7854	
1	CERMES	SBABATS	1	150	20.540	ACSR	1480	800	800	0.0588	0.2815	4.0740	83.6800	5.9060	225.0000	0.0282	0.0053	384.5040	
1	CERMES	KBABATS	1	150	23.300	ACSR	1480	1000	1000	0.0588	0.2815	4.0740	94.9242	6.6988	225.0000	0.0288	0.0061	384.5040	
1	CERMES	MNYARS	1	150	7.640	ACSR	1480	1600	1250	0.0588	0.2815	4.0740	31.1254	2.1507	225.0000	0.0098	0.0096	384.5040	
1	CERMES	MNYARS	2	150	7.640	ACSR	1480	1600	1250	0.0588	0.2815	4.0740	31.1254	2.1507	225.0000	0.0098	0.0096	384.5040	
1	PKMA5	BUSTIS	1	150	0.840	HAL	850	400	400	0.1370	0.4003	2.8800	2.8770	0.4477	225.0000	0.0098	0.0098	384.5040	
1	PKMA5	BUSTIS	2	150	0.840	HAL	850	400	400	0.1370	0.4003	2.8800	2.8770	0.4477	225.0000	0.0098	0.0098	384.5040	

Jml Balki	Diet	No. Spili	No. Sikat	Tag (W)	Jarak (Km)	Jenis	1 Nom		Tap CT		Tap WT		R (Ohm/ft)	X (Ohm/ft)	B (Ohm/ft)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daga (MVA)	TARUN OPERASI	Keterangan		
							Dest	Ke	Dest	Ke	Dest	Ke																	
				(1)	(2)																							MVA base = 100 150 KV = 0,1875 70 KV = 4,183	
2. UPT Gresik																													
1	SGMDU4	SMSK4	1	70	2.100	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400			0.2180	0.3859	2.9550	0.4578	0.8104	6.2055	0.9308	49.0000	0.0190	0.0693	0.0185	0.0003	48.2335				
1	SGMDU4	SMSK4	2	70	2.100	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400		0.2180	0.3859	2.9550	0.4578	0.8104	6.2055	0.9308	49.0000	0.0190	0.0693	0.0185	0.0003	48.2335					
1	SGMDU4	BRATA4	1	70	0.500	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400		0.2180	0.3859	2.9550	0.1090	1.4775	1.4775	0.2216	49.0000	0.0045	0.0022	0.0039	0.0001	48.2335					
1	SGMDU4	BRATA4	2	70	0.500	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400		0.2180	0.3859	2.9550	0.1090	1.4775	1.4775	0.2216	49.0000	0.0045	0.0022	0.0039	0.0001	48.2335					
1	MAYARA4	MPNSB4	1	70	1.410	ACSR	240 mm2	645	400	400										49.0000					78.1998				
Rencana																													
1	UJUNG5	PERAK5	1	150	2.700	ACSR	240 mm ²	645	1000	1000	1250	1250	0.1370	0.3966	2.6800	0.3999	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.3710				
1	UJUNG5	PERAK5	2	150	2.700	ACSR	240 mm ²	645	1000	1000	1250	1250	0.1370	0.3966	2.6800	0.3999	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.3710				

Jml Stikit	Def	No. Stikit	Kg	No. Sikit	Tag (kg)	Jarak (Kkm)	Jenis	Dimensi		Jenis		I Nom. (Amp)	Tep CT	Tap Wt	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (kg/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z sed. (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Days (NVA)	TARJH OPERASI	Keterangan		
								Dati	Ke	Dati	Ke																				
1	KRIAN7	GRAT17	1	500	70,800	392,84	GANNET	2770	2000	2000	0,251	0,2808	4,0480	1,7786	19,9087	287,0741	19,9681	0,0890	0,0007	0,0030	0,0035	0,0080	0,0007	0,0030	0,0035						
1	KRIAN7	GRAT17	2	500	70,800	392,84	GANNET	2770	2000	2000	0,0251	0,2808	4,0480	1,7786	19,9087	287,0741	19,9681	0,0890	0,0007	0,0030	0,0035	0,0080	0,0007	0,0030	0,0035						
1	KRIAN7	UNGAR7	1	500	121,800	327,84	GANNET	2078	2000	2000	0,0283	0,2815	4,0320	3,5687	34,2867	491,0976	34,4719	0,0138	0,0014	0,0137	0,0099	0,0137	0,0099	0,0137	0,0099	0,0137					
1	KRIAN7	UNGAR7	2	500	121,800	327,84	GANNET	2078	2000	2000	0,0283	0,2815	4,0320	3,5687	34,2867	491,0976	34,4719	0,0138	0,0014	0,0137	0,0099	0,0137	0,0099	0,0137	0,0099	0,0137					
1	KRIAN7	GRSIK7	1	500	23,000	327,84	GANNET	2078	2000	2000	0,0283	0,2815	4,0320	0,8739	6,4745	92,7380	6,5095	2,500,000	0,0026	0,0003	0,0026	0,0003	0,0026	0,0003	0,0026	0,0003					
1	KRIAN7	GRSIK7	2	500	23,000	327,84	GANNET	2078	2000	2000	0,0283	0,2815	4,0320	0,8739	6,4745	92,7380	6,5095	2,500,000	0,0026	0,0003	0,0026	0,0003	0,0026	0,0003	0,0026	0,0003					
1	SBRSAT5	KUTMS	1	150	7,950	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,4448	2,1966	30,9217	2,1824	225,0000	0,0097	0,0020	0,0095	0,0070	0,0097	0,0020	0,0095	0,0070					
1	SBRSAT5	CERMES	1	150	20,540	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	1,2036	5,7820	83,6600	5,9060	225,0000	0,0282	0,0053	0,0282	0,0053	0,0282	0,0053	0,0282	0,0053					
1	SBRSAT5	APRIMAS	1	150	7,200	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,4219	2,0268	28,3328	2,0792	225,0000	0,0092	0,0019	0,0090	0,0086	0,0092	0,0019	0,0090	0,0086					
1	SBRSAT5	APRIMAS	2	150	7,200	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,4219	2,0268	28,3328	2,0792	225,0000	0,0092	0,0019	0,0090	0,0086	0,0092	0,0019	0,0090	0,0086					
1	SBRSAT5	INDSS5	1	150	14,780	340 mm ²	ACSR	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,7322	5,9164	42,1873	6,1846	225,0000	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095					
1	SBRSAT5	INDSS5	2	150	14,780	340 mm ²	ACSR	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,7322	5,9164	42,1873	6,1846	225,0000	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095					
1	SBRSAT5	KRPLG5	1	150	8,846	340 mm ²	ACSR AW	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225,0000	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083					
1	SBRSAT5	KRPLG5	2	150	8,846	340 mm ²	ACSR AW	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225,0000	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083					
1	SBRSAT5	SWHANS	1	150	18,080	340 mm ²	ACSR	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,8423	4,5285	65,5098	4,6238	225,0000	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147					
1	SBRSAT5	SWHANS	2	150	18,080	340 mm ²	ACSR	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,8423	4,5285	65,5098	4,6238	225,0000	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147					
1	SBRSAT5	SKTH5	1	150	24,050	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	1,4993	6,7701	97,9787	6,9152	225,0000	0,0307	0,0083	0,0301	0,0220	0,0307	0,0083	0,0301	0,0220					
1	SBRSAT5	SKTH5	2	150	24,050	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	1,4993	6,7701	97,9787	6,9152	225,0000	0,0307	0,0083	0,0301	0,0220	0,0307	0,0083	0,0301	0,0220					
1	SBRSAT5	BLEDOS	1	150	11,890	330 mm ²	ACSR	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,9688	3,3470	48,4398	3,4168	225,0000	0,0152	0,0031	0,0149	0,0109	0,0152	0,0031	0,0149	0,0109					
1	SBRSAT5	BLEDOS	2	150	11,890	330 mm ²	ACSR	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,9688	3,3470	48,4398	3,4168	225,0000	0,0152	0,0031	0,0149	0,0109	0,0152	0,0031	0,0149	0,0109					
1	SBRSAT5	BDAN5	1	150	10,404	330 mm ²	ACSR AW	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,2183	1,1647	28,6928	1,2129	225,0000	0,0098	0,0028	0,0094	0,0067	0,0098	0,0028	0,0094	0,0067					
1	SBRSAT5	BDAN5	2	150	10,404	330 mm ²	ACSR AW	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,2183	1,1647	28,6928	1,2129	225,0000	0,0098	0,0028	0,0094	0,0067	0,0098	0,0028	0,0094	0,0067					
1	KRPLG5	WAPUS	1	150	5,300	340 mm ²	ACSR	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,2894	3,0233	43,7548	3,0681	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098					
1	KRPLG5	WAPUS	2	150	5,300	340 mm ²	ACSR	1480	2000	2000	0,0588	0,2815	4,0740	0,2894	3,0233	43,7548	3,0681	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098					
1	KRPLG5	SBRSAT5	1	150	8,846	340 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225,0000	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083					
1	KRPLG5	SBRSAT5	2	150	8,846	340 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225,0000	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083	0,0097	0,0018	0,0095	0,0083					
1	KRPLG5	BDAN5	1	150	13,200	330 mm ²	ACSR	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,5470	5,2840	37,6586	5,5858	225,0000	0,0245	0,0069	0,0235	0,0085	0,0245	0,0069	0,0235	0,0085					
1	KRPLG5	BDAN5	2	150	13,200	330 mm ²	ACSR	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,5470	5,2840	37,6586	5,5858	225,0000	0,0245	0,0069	0,0235	0,0085	0,0245	0,0069	0,0235	0,0085					
1	KRPLG5	CERMES	1	150	21,700	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	2,9728	6,9062	94,9842	6,9898	225,0000	0,0288	0,0081	0,0282	0,0214	0,0288	0,0081	0,0282	0,0214					
1	KRPLG5	CERMES	2	150	21,700	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	2,9728	6,9062	94,9842	6,9898	225,0000	0,0288	0,0081	0,0282	0,0214	0,0288	0,0081	0,0282	0,0214					
1	SKTH5	NGOROS	1	150	21,000	330 mm ²	ACSR AW	740	800	800	0,1370	0,3868	2,8800	2,9728	6,9062	94,9842	8,1052	225,0000	0,0405	0,0132	0,0382	0,0141	0,0405	0,0132	0,0382	0,0141					
1	SKTH5	NGOROS	2	150	21,000	330 mm ²	ACSR AW	740	800	800	0,1370	0,3868	2,8800	2,9728	6,9062	94,9842	8,1052	225,0000	0,0405	0,0132	0,0382	0,0141	0,0405	0,0132	0,0382	0,0141					
1	SKTH5	MJAGNS	1	150	21,000	330 mm ²	ACSR AW	740	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	2,4612	8,4063	59,9130	6,7992	225,0000	0,0389	0,0109	0,0374	0,0135	0,0389	0,0109	0,0374	0,0135					
1	SKTH5	MJAGNS	2	150	21,000	330 mm ²	ACSR AW	740	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	2,4612	8,4063	59,9130	6,7992	225,0000	0,0389	0,0109	0,0374	0,0135	0,0389	0,0109	0,0374	0,0135					
1	SKTH5	BLBDO5	1	150	6,600	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,3868	1,8579	26,6884	1,8977	225,0000	0,0094	0,0017	0,0093	0,0081	0,0094	0,0017	0,0093	0,0081					
1	SKTH5	BLBDO5	2	150	6,600	330 mm ²	ACSR	1480	1600	1600	0,0588	0,2815	4,0740	0,3868	1,8579	26,688															

Jml Sudut	Dist	No	No. Stekt	No. Stekt	Tag (M)	Jarak (km)	Data Penghantar		Tap WT		Z base (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Days (MVA)	TAHUN OPERASI	Keterangan
							Jenis	Jenis	Dist	Ke							
					(1)	(2)											MVA base = 100 150 KV = 0,1875 70 KV = 4,183

3. UPT Mojokerto

1	SKTH4	KTSNO4	2	70	29.800	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9560	6,4360	11,4582	87,4876	13,1430	49,0000	0,2882	0,1314	0,2338	0,0043	48,0110										
1	SKTH4	MELANA	1	70	49.800	ACSR PIGEON	370 AWG	396	400	400	400	0,3868	0,3584	3,2020	18,2827	17,8463	159,4596	26,2532	49,0000	0,5368	0,3929	0,3543	0,0078	48,0110										
1	SKTH4	SIMANA	1	70	48.804	ACSR PIGEON	370 AWG	396	400	400	400	0,3868	0,3584	3,2020	18,7903	17,4197	155,6300	26,8227	49,0000	0,5229	0,3835	0,3555	0,0076	48,0110										
1	SKTH4	TARIK4	1	70	4.040	ACSR	300 MCM	396	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9560	0,8787	1,9639	11,9422	1,7938	49,0000	0,0366	0,0179	0,0319	0,0006	48,0110										
1	SKTH4	TARIK4	2	70	4.040	ACSR	300 MCM	396	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9560	0,8787	1,9639	11,9422	1,7938	49,0000	0,0366	0,0179	0,0319	0,0006	48,0110										
1	SKTH4	CKMMA4	1	70	4.440	TACSR	160 MCM	734	400	400	400	0,2180	0,3859	2,9560	0,9679	1,7134	13,1246	1,9679	49,0000	0,0402	0,0188	0,0350	0,0006	48,0110										
1	SKTH4	CKMMA4	2	70	4.440	TACSR	160 MCM	734	400	400	400	0,2180	0,3859	2,9560	0,9679	1,7134	13,1246	1,9679	49,0000	0,0402	0,0188	0,0350	0,0006	48,0110										
1	TARIK4	MROH04	1	70	7.500	ACSR	187,5 mm2	396	400	400	400	0,2180	0,3859	2,9560	1,6350	2,8843	22,1700	3,3241	49,0000	0,0678	0,0334	0,0591	0,0011	48,0110										
1	TARIK4	DRYJO4	1	70	17.900	TACSR	187,5 mm2	396	400	400	400	0,2180	0,3859	2,9560	3,9022	6,9078	52,8124	7,9338	49,0000	0,1919	0,0796	0,1410	0,0028	48,0110										
1	TARIK4	ENGLINA	1	70	6.800	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9560	1,5008	2,8710	20,3964	3,0837	49,0000	0,0625	0,0308	0,0545	0,0010	48,0110										
1	TARIK4	ENGLINA	2	70	6.800	ACSR OSTRICH	300 MCM	396	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9560	1,5008	2,8710	20,3964	3,0837	49,0000	0,0625	0,0308	0,0545	0,0010	48,0110										
Perubahan Jarak																																		
1	MELANA	SIMANA	1	70	6.300	ACSR PIGEON	370 AWG	396	400	400	400	0,3868	0,3584	3,2020	2,4356	2,2579	20,1726	3,3212	49,0000	0,0678	0,0487	0,0461	0,0010	48,0110										
1	MELANA	T.42	1	70	28.710	ACSR PIGEON	370 AWG	396	400	400	400	0,3868	0,3584	3,2020	11,0993	10,2897	91,9284	15,1351	49,0000	0,3089	0,2285	0,2100	0,0045	48,0110										
1	MELANA	Atak	1	70	18.000	ACSR PIGEON	370 AWG	396	400	400	400	0,3868	0,3584	3,2020	6,6588	6,4512	57,6360	9,4891	49,0000	0,1937	0,1420	0,1317	0,0028	48,0110										
1	Atak	T.42	1	70	10.710	ACSR PIGEON	370 AWG	396	400	400	400	0,3868	0,3584	3,2020	4,1405	3,8385	34,2534	5,6460	49,0000	0,1152	0,0845	0,0783	0,0017	48,0110										

Jml Bilik	Dist	Ko	No. Bilik	Tag (N)	Jarak (Km)	Data Pengantar		1 Nom (Amp)	Tag CT Dist	Tag WT Dist	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z sed (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	D _{base} = 100 MVA 150 KV = 0,1975 70 KV = 4,183	TARUJ OPERASI	Kedatangan
						Jenis	Jenis																		
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)		

4. UPT Madura

1	GLAJUR6	BKLAN5	1	150	18,340	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	800	0,1370	0,3986	2,8800	2,2386	6,4804	47,0592	6,5692	225,0000	0,0305	0,0099	0,0288	0,0106	167,5710		
1	GLAJUR6	BKLAN5	2	150	18,340	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	800	0,1370	0,3986	2,8800	2,2386	6,4804	47,0592	6,5692	225,0000	0,0305	0,0099	0,0288	0,0106	167,5710		
1	GLAJUR6	GRSJK5	1	150	2,700	ACSR HAWK	240 MCM	645	2000	2000	2000	0,1370	0,3986	2,8800	0,3337	1,0708	7,7780	1,1328	225,0000	0,0090	0,0016	0,0046	0,0017	167,5710		SUTT
1	GLAJUR6	GRSJK5	2	150	4,040	ACSR HAWK	3 x 300 mm ²	482	2000	2000	2000	0,1370	0,3986	2,8800	0,3337	1,0708	7,7780	1,1328	225,0000	0,0090	0,0016	0,0046	0,0017	167,5710		SUTT
1	GLAJUR6	GRSJK5	2	150	2,700	ACSR HAWK	240 MCM	645	2000	2000	2000	0,1370	0,3986	2,8800	0,3337	1,0708	7,7780	1,1328	225,0000	0,0090	0,0016	0,0046	0,0017	167,5710		KABEL LAUT
1	BKLAN5	GLAJUR5	1	150	18,000	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	800	0,1370	0,3986	2,8800	2,1920	6,3456	48,0800	6,7135	225,0000	0,0288	0,0097	0,0282	0,0104	167,5710		
1	BKLAN5	GLAJUR5	2	150	18,000	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	800	0,1370	0,3986	2,8800	2,1920	6,3456	48,0800	6,7135	225,0000	0,0288	0,0097	0,0282	0,0104	167,5710		
1	BKLAN5	SANGG5	1	150	47,700	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	800	0,1370	0,3986	2,8800	6,5349	18,9778	137,3780	20,0147	225,0000	0,0890	0,0290	0,0841	0,0309	167,5710		
1	SAMPG5	PKSANS	1	150	28,455	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	1250	0,1370	0,3986	2,8800	3,6243	10,4921	78,1804	11,1094	225,0000	0,0483	0,0181	0,0466	0,0171	167,5710		
1	PKSANS	SANRE5	1	150	45,788	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	1250	0,1370	0,3986	2,8800	6,2730	18,1595	131,8894	19,2124	225,0000	0,0854	0,0279	0,0807	0,0287	167,5710		
1	SANRE5	PKSANS	1	150	25,744	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	1250	0,1370	0,3986	2,8800	3,5289	10,2101	74,1427	10,8021	225,0000	0,0480	0,0157	0,0454	0,0167	167,5710		
Pengerbangan Proyek																										
1	BKLAN5	SANRE4	1	150	119,943	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	800	0,1370	0,3986	2,8800	18,4322	47,5694	345,4358	50,3278	225,0000	0,2237	0,0730	0,2114	0,0777	167,5710		
1	BKLAN5	PKRSM4	1	150	89,756	ACSR HAWK	240 MCM	645	800	800	800	0,1370	0,3986	2,8800	13,6686	38,5632	287,2973	41,6572	225,0000	0,1680	0,0607	0,1738	0,0647	167,5710		

Jml SIKH	Def	Ko	No. SIKH	Tag (M)	Jarak (km)	Dada	Precipitator	Jenis	i Norm (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/cm)	X (Ohm/cm)	B (mBar)	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)	TAHUN OPERASI	Keterangan	
										Def	Ko	Def	Ko																
				(1)	(2)									(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
5. UPT Malang																													
1	KBAGN5	LWANG5	1	150	25,605			330 mm ²	740	600	1000	800	1250	0.1172	0.4003	2,6530	3,0243	10.3297	73,0217	10.7834	225.0000	0.0478	0.0134	0.0459	0.0166	192.2520	21-09-92		
1	KBAGN6	LWANG5	2	150	25,605			330 mm ²	740	800	1000	800	1250	0.1172	0.4003	2,6530	3,0243	10.3297	73,0217	10.7834	225.0000	0.0478	0.0134	0.0459	0.0166	192.2520			
1	KBAGN5	SKLING5	1	150	15.100			477 MCM	600	900	1000	1250	1250	0.1370	0.3966	2,8900	2,0637	5,8687	43.4880	6,3359	225.0000	0.0282	0.0092	0.0266	0.0085	155.8500			
1	KBAGN5	SKLING5	2	150	15.100			477 MCM	600	900	1000	1250	1250	0.1370	0.3966	2,8900	2,0637	5,8687	43.4880	6,3359	225.0000	0.0282	0.0092	0.0266	0.0085	155.8500			
1	KBAGN6	PANIS5	1	150	12,900			2 x 435 mm ²	1600	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4,0230	0,4692	3,6210	51,9967	3,6553	225.0000	0.0162	0.0022	0.0161	0.0117	415.6800			
1	KBAGN5	PANIS5	2	150	12,900			2 x 435 mm ²	1600	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4,0230	0,4692	3,6210	51,9967	3,6553	225.0000	0.0162	0.0022	0.0161	0.0117	415.6800			
1	KBAGN5	STAM5	1	150	27,850			339 mm ²	740	800	800	600	600	0.1172	0.4003	2,6530	3,2757	11,1884	79,7414	11,6591	225.0000	0.0518	0.0146	0.0497	0.0179	192.2520			
1	KBAGN5	STAM5	2	150	27,850			339 mm ²	740	800	800	600	600	0.1172	0.4003	2,6530	3,2757	11,1884	79,7414	11,6591	225.0000	0.0518	0.0146	0.0497	0.0179	192.2520			
1	KBAGN5	WNLG5	1	150	23,600			180 mm ²	435	300	300	300	600	0.2136	0.4030	2,7660	5,0410	9,6288	65,2776	10,8685	225.0000	0.0483	0.0224	0.0372	0.0147	113.0130			
1	LWANG5	BNGLS	1	150	34,680			330 mm ²	740	1000	1000	1250	1600	0.1172	0.4003	2,6530	4,0945	13,8824	98,9420	14,4652	225.0000	0.0643	0.0181	0.0617	0.0134	192.2520			
1	LWANG5	PNUAG5	1	150	20,910			330 mm ²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2,6530	2,4507	6,3703	59,6562	6,7216	225.0000	0.0368	0.0109	0.0372	0.0134	192.2520			
1	PNUAG5	BNGLS	1	150	27,770			330 mm ²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2,6530	3,2849	11,1163	77,2278	11,5930	225.0000	0.0515	0.0135	0.0507	0.0178	192.2520			
1	KBAGN4	PLHANA	2	70	11,425			300 MCM	440	400	400	400	800	0.2175	0.3871	2,9560	2,4649	4,4226	33,7723	5,0729	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0617	53.3456			
1	KBAGN4	GPNGNA	1	70	27,120			300 MCM	440	300	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	5,6958	10,4982	80,1667	12,0418	49.0000	0.2458	0.1204	0.0339	0.0033	53.3456			
1	KBAGN4	KBAGNA	1	70	22,775			300 MCM	440	400	400	400	630	0.2175	0.3871	2,9560	4,9538	8,8162	49.0000	0.0917	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0617	53.3456			
1	SGRUHA	GPNGNA	1	70	1,345			300 MCM	440	300	300	800	800	0.3866	0.3594	3,2020	4,8377	4,5775	40,9989	6,7330	49.0000	0.2064	0.1011	0.1789	0.0033	53.3456			
1	SGRUHA	GPNGNA	2	70	12,772			300 MCM	300	75	200	800	100	0.3866	0.3594	3,2020	4,8377	4,5775	40,9989	6,7330	49.0000	0.2064	0.1011	0.1789	0.0033	53.3456			
1	SGRUHA	KKTESA	1	70	12,772			300 MCM	300	75	200	800	100	0.3866	0.3594	3,2020	4,8377	4,5775	40,9989	6,7330	49.0000	0.2064	0.1011	0.1789	0.0033	53.3456			
1	SGRUHA	KKTESA	2	70	12,772			300 MCM	300	75	200	800	100	0.3866	0.3594	3,2020	4,8377	4,5775	40,9989	6,7330	49.0000	0.2064	0.1011	0.1789	0.0033	53.3456			
1	BLENGA	SKLNGA	1	70	8,610			30 AWG	300	400	400	630	600	0.3866	0.3594	3,2020	3,3268	3,0856	27,5692	4,5389	49.0000	0.0879	0.0479	0.0930	0.0014	36.3720			
1	BLENGA	SKLNGA+	1	70	9,500			30 AWG	300	400	400	630	600	0.3866	0.3594	3,2020	3,6727	3,4048	30,4190	5,0081	49.0000	0.1022	0.0479	0.0930	0.0014	36.3720			
1	BLENGA	SLEJG4	1	70	40,000			30 AWG	300	200	200	800	800	0.3866	0.3594	3,2020	15,4840	14,3360	128,0800	21,0889	49.0000	0.4303	0.3196	0.2826	0.0083	36.3720			
1	BLENGA	BNGLA	2	70	40,000			30 AWG	300	200	200	400	800	0.3866	0.3594	3,2020	15,4840	14,3360	128,0800	21,0889	49.0000	0.4303	0.3196	0.2826	0.0083	36.3720			
1	PLHANA	BLENGA	1	70	12,182			30 AWG	300	400	400	800	800	0.3866	0.3594	3,2020	4,7098	4,3660	39,0068	6,4220	49.0000	0.1311	0.0981	0.0891	0.0019	36.3720			
1	PLHANA	BLENGA	2	70	12,182			30 AWG	300	400	400	800	800	0.3866	0.3594	3,2020	4,7098	4,3660	39,0068	6,4220	49.0000	0.1311	0.0981	0.0891	0.0019	36.3720			
1	POAANA	BNGLA	1	70	9,700			300 MCM	440	250	400	400	800	0.2175	0.3871	2,9560	2,1098	3,7549	26,6732	4,3070	49.0000	0.0879	0.0491	0.0766	0.0014	53.3456			
1	POAANA	BNGLA	2	70	9,700			300 MCM	440	250	400	400	800	0.2175	0.3871	2,9560	2,1098	3,7549	26,6732	4,3070	49.0000	0.0879	0.0491	0.0766	0.0014	53.3456			
1	PRONGA	BNGLA	1	70	11,700			300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	2,5449	4,5291	34,5932	5,1950	49.0000	0.1050	0.0519	0.0924	0.0017	53.3456			
1	PRONGA	BNGLA	2	70	11,700			300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	2,5449	4,5291	34,5932	5,1950	49.0000	0.1050	0.0519	0.0924	0.0017	53.3456			
1	PRONGA	BDPANA	1	70	11,700			300 MCM	475	400	400	400	400	0.2180	0.3859	2,9560	2,5608	4,5150	34,5735	5,1857	49.0000	0.1059	0.0521	0.0921	0.0017	57.5960			
1	KBAGNA	T-TUREN	1	70	4,300			300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	4,9634	16,845	12,7108	1,9093	49.0000	0.0390	0.0181	0.0340	0.0008	57.5960			
1	T-TUREN	GPNGNA	1	70	22,820			300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	4,9634	16,845	12,7108	1,9093	49.0000	0.0390	0.0181	0.0340	0.0008	57.5960			
1	T-TUREN	TURENA	1	70	10,100			300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	3,6057	4,1976	27,7144	5,5338	49.0000	0.2068	0.1013	0.1803	0.0033	53.3456			
1	T-TUREN	SGRUHA	1	70	21,475			300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	4,6709	8,3130	63,4601	9,5353	49.0000	0.1946	0.0933	0.0937	0.0014	53.3456			
1	GPNGNA	SGRUHA	1	70	1,345			300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2,9560	4,6709	8,3130	63,4601	9,5353	49.0000	0.1946	0.0933	0.0937	0.0014	53.3456			
1	BNGLA	T-SKRUJ	1	70	21,100			30 AWG	310	400	400	400	400	0.3866	0.3594	3,2020	8,1573	7,6522	67,5022	11,1233	49.0000	0.0122	0.0080	0.1697	0.0031	53.3456			
1	T-SKRUJ	BLENGA	1	70	18,800			30 AWG	310	400	400	400	400	0.3866	0.3594	3,2020	7,3087	6,7738	60,5178	9,9635	49.0000	0.2270	0.1665	0.1543	0.0033	37.5944			
1	T-SKRUJ	BLENGA	2	70	18,800			30 AWG	310	400	400	400	400	0.3866	0.3594	3,2020	7,3087	6,7738	60,5178	9,9635	49.0000	0.2270	0.1665	0.1543	0.0033	37.5944			
Konfigurasi shak																													
1	KBAGN4	T.16	1	70	10,740			300 MCM	440	300	400																		

Jml Baki	Dari	Ke	No. Saki	Teg (KV)	Jarak (km)	Data Pengantar		I Non		Teg CT	Teg WT		R (Ohm/baki)	X (Ohm/baki)	B (Ohm/baki)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z ind (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)	TARIF OPERASI	Kedatangan	
						Jenis	Arus	Shunt	Ke		Dari	No																No
				(1)	(2)								(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			IMA base = 100 150 KV = 0,1875 70 KV = 4,183
5. UPT Malang																												
Perubahan Jarak																												
1	BLENG4	T.42	1	70	8.460	ACSR. PIGEON	30 AWG	300	400	400	600	600	0.3866	0.3584	3.2020	3.0370	3.4012	30.3870	5.0029	49.0000	0.1021	0.0749	0.0615	0.0000	36.3720			
1	T.42	SKLING4	1	70	0.010	ACSR. PIGEON	30 AWG	300	400	400	600	600	0.3866	0.3584	3.2020	0.0320	0.0038	0.0320	0.0053	49.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	36.3720			
Rekonfigurasi Dana APLN																												
1	PIERS	PAKIGS	1	150	55.000	ACSR. ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	2.1285	15.4385	221.2850	15.5845	225.0000	0.0893	0.0695	0.0498	0.0086	420.8760			
1	PIERS	PAKIGS	2	150	55.000	ACSR. ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	2.1285	15.4385	221.2850	15.5845	225.0000	0.0893	0.0695	0.0498	0.0086	420.8760			
1	PIERS	BLBNGS	1	150	62.750	ACSR. ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	2.4284	17.6139	252.4433	17.7605	225.0000	0.0780	0.0108	0.0568	0.0783	420.8760			
1	PANUS5	BLBNGS	1	150	8.750	ACSR. ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	3.773	2.7988	39.2243	2.7627	225.0000	0.0123	0.0617	0.0088	0.0122	420.8760			
1	KBAGN5	PLHANS	1	150	14.016	ACSR. ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	0.5424	3.9340	56.3823	3.8712	225.0000	0.0176	0.0024	0.0127	0.0175	420.8760			
1	PANUS5	PLHANS	1	150	7.116	ACSR. ZEBRAHAWK	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	0.2754	1.9872	28.8236	2.0181	225.0000	0.0090	0.0012	0.0084	0.0086	420.8760			

Unit	Defl	Ko	No. Sheet	Teg (kV)	Jarak (km)	Data Pengukuran	Jenis	Thick (mm)	Top Cr	Top WT	R (Ohm/cm)	X (Ohm/cm)	B (Mys/cm)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z set (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)	TANUN OPERASI	Keuntungan	
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			

6. UPT Probinginggo

1	PITON7																									
1	PITON7	GRAIT7	GRAIT7	500	88.363	GANNET	42622.8	2800	2000	2000	0.0251	0.2868	4.0490	2.2178	24.8123	357.7818	24.9113	2.600.000	0.0100	0.0069	0.0098	0.0072	2.424.800			
1	BUNGL5	GOTAN5		150	16.895	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	1.9856	6.270	47.9447	7.0094	225.000	0.0312	0.0038	0.0038	0.0018	2.424.800			
1	BUNGL5	GOTAN5		150	18.895	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	1.9856	6.270	47.9447	7.0094	225.000	0.0312	0.0038	0.0038	0.0018	192.2350			
1	BUNGL5	BDPAN5		150	9.800	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	1.1466	3.9229	27.9594	4.0876	225.000	0.0182	0.0051	0.0051	0.0014	192.2350			
1	BUNGL5	VARUS5		150	9.800	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	1.1466	3.9229	27.9594	4.0876	225.000	0.0182	0.0051	0.0051	0.0014	192.2350			
1	BUNGL5	LVMAG5		150	27.770	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	4.0845	13.8824	98.9420	14.6682	225.000	0.0543	0.0181	0.0181	0.0023	192.2350			
1	BUNGL5	BLKDN5		150	27.770	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	3.2548	11.1163	79.2278	11.8830	225.000	0.0515	0.0145	0.0145	0.0017	192.2350			
1	BUNGL5	PIERS5		150	5.150	ACSR, ZEBRA	2 x 45 mm ²	1820	2000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	1.9931	1.4456	20.7045	2.4621	225.000	0.0109	0.0089	0.0089	0.0047	420.8760			
1	BUNGL5	PIERS5		150	5.150	ACSR, ZEBRA	2 x 45 mm ²	1820	2000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	1.9931	1.4456	20.7045	2.4621	225.000	0.0109	0.0089	0.0089	0.0047	420.8760			
1	BUNGL5	BOCRD5		150	8.200	ACSR, ZEBRA	2 x 45 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	2.3894	1.7403	24.9259	2.9641	225.000	0.0132	0.0107	0.0107	0.0058	420.8760			
1	BUNGL5	BOCRD5		150	8.200	ACSR, ZEBRA	2 x 45 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	2.3894	1.7403	24.9259	2.9641	225.000	0.0132	0.0107	0.0107	0.0058	420.8760			
1	BUNGL5	RLOSOS5		150	10.487	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	800	0.1172	0.4003	2.8530	1.2291	4.1979	29.9194	4.3742	225.000	0.0194	0.0055	0.0055	0.0067	192.2350			
1	BUNGL5	RLOSOS5		150	10.487	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	800	0.1172	0.4003	2.8530	1.2291	4.1979	29.9194	4.3742	225.000	0.0194	0.0055	0.0055	0.0067	192.2350			
1	GOTAN5			150	10.487	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	800	0.1172	0.4003	2.8530	1.2291	4.1979	29.9194	4.3742	225.000	0.0194	0.0055	0.0055	0.0067	192.2350			
1	GOTAN5			150	10.487	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	800	0.1172	0.4003	2.8530	1.2291	4.1979	29.9194	4.3742	225.000	0.0194	0.0055	0.0055	0.0067	192.2350			
1	PIERS5	GRAIT5		150	30.000	TACSR	410 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	11.6100	8.4210	120.6390	14.3424	225.000	0.0637	0.0518	0.0518	0.0071	420.8760			
1	PIERS5	GOTAN5		150	30.000	TACSR	410 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	11.6100	8.4210	120.6390	14.3424	225.000	0.0637	0.0518	0.0518	0.0071	420.8760			
1	PBLGOS5	GOTAN5		150	33.827	ACSR, AW	330 mm ²	740	600	800	0.1172	0.4003	2.8530	3.9845	13.5409	98.5094	14.1064	225.000	0.0827	0.0178	0.0178	0.0062	192.2350			
1	PBLGOS5	GOTAN5		150	33.827	ACSR, AW	330 mm ²	740	600	800	0.1172	0.4003	2.8530	3.9845	13.5409	98.5094	14.1064	225.000	0.0827	0.0178	0.0178	0.0062	192.2350			
1	PBLGOS5	LANG5		150	61.692	ACSR, AW	330 mm ²	740	600	800	0.1172	0.4003	2.8530	6.0583	20.6923	147.4773	21.5610	225.000	0.0868	0.0289	0.0289	0.0032	192.2350			
1	PBLGOS5	LANG5		150	61.692	ACSR, AW	330 mm ²	740	600	800	0.1172	0.4003	2.8530	6.0583	20.6923	147.4773	21.5610	225.000	0.0868	0.0289	0.0289	0.0032	192.2350			
1	KRSAN5	PBLGOS5		150	30.239	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	3.5440	12.1047	88.2719	12.6128	225.000	0.0561	0.0168	0.0168	0.0194	192.2350			
1	KRSAN5	PBLGOS5		150	30.239	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	3.5440	12.1047	88.2719	12.6128	225.000	0.0561	0.0168	0.0168	0.0194	192.2350			
1	KRSAN5	GONOS5		150	18.137	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	400	0.1172	0.4003	2.8530	2.2429	12.1047	98.2719	12.6128	225.000	0.0355	0.0159	0.0159	0.0140	192.2350			
1	KRSAN5	GONOS5		150	18.137	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	400	0.1172	0.4003	2.8530	2.2429	12.1047	98.2719	12.6128	225.000	0.0355	0.0159	0.0159	0.0140	192.2350			
1	PITON5	KRSAN5		150	20.204	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	2.3979	8.6877	57.8420	8.4272	225.000	0.0375	0.0105	0.0105	0.0039	192.2350			
1	PITON5	KRSAN5		150	20.204	ACSR, AW	330 mm ²	740	1000	1000	0.1172	0.4003	2.8530	2.3979	8.6877	57.8420	8.4272	225.000	0.0375	0.0105	0.0105	0.0039	192.2350			
1	PITON5	STEDOS5		150	56.433	ACSR, ZEBRA	2 x 45 mm ²	1800	2000	2000	0.3870	0.2807	4.0203	21.4528	15.5800	222.8573	26.5015	225.000	0.1178	0.0863	0.0863	0.0582	418.8300			
1	PITON5	STEDOS5		150	56.433	ACSR, ZEBRA	2 x 45 mm ²	1800	2000	2000	0.3870	0.2807	4.0203	21.4528	15.5800	222.8573	26.5015	225.000	0.1178	0.0863	0.0863	0.0582	418.8300			
1	BUNGL4	PDAAMA		70	9.700	ACSR, OSTRIICH	300 MCM	440	250	400	0.2175	0.3971	2.8590	2.1088	3.7549	28.6732	4.3070	49.000	0.0879	0.0451	0.0451	0.0014	53.3466			
1	BUNGL4	PDAAMA		70	9.700	ACSR, OSTRIICH	300 MCM	440	250	400	0.2175	0.3971	2.8590	2.1088	3.7549	28.6732	4.3070	49.000	0.0879	0.0451	0.0451	0.0014	53.3466			
1	BUNGL4	BORPAM		70	11.700	ACSR, PIPER	300 MCM	440	400	400	0.2180	0.3959	2.8560	2.5606	4.5150	34.6935	5.1857	49.000	0.1058	0.0521	0.0521	0.0014	53.3466			
1	BUNGL4	BORPAM		70	11.700	ACSR, PIPER	300 MCM	440	400	400	0.2180	0.3959	2.8560	2.5606	4.5150	34.6935	5.1857	49.000	0.1058	0.0521	0.0521	0.0014	53.3466			
1	BUNGL4	BLENCA4		70	40.000	ACSR, PIEMON	30 AWG	300	200	200	0.3866	0.3594	3.2020	15.4640	14.3390	128.0800	21.0889	49.000	0.4303	0.3156	0.3156	0.2826	38.3720			
1	BUNGL4	BLENCA4		70	40.000	ACSR, PIEMON	30 AWG	300	200	200	0.3866	0.3594	3.2020	15.4640	14.3390	128.0800	21.0889	49.000	0.4303	0.3156	0.3156	0.2826	38.3720			
1	GRAIT5	GOTAN5		150	18.990	TACSR	410 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	7.1595	6.1930	74.3765	8.8445	225.000	0.0393	0.0318	0.0318	0.0187	420.8760			
1	GRAIT5	GOTAN5		150	18.990	TACSR	410 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	7.1595	6.1930	74.3765	8.8445	225.000	0.0393	0.0318	0.0318	0.0187	420.8760			
1	GOTAN5	PIERS5		150	11.600	TACSR	410 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	4.5175	3.0156	43.1901	5.1390	225.000	0.0228	0.0184	0.0184	0.0097	420.8760			
1	GOTAN5	PIERS5		150	11.600	TACSR	410 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	4.5175	3.0156	43.1901	5.1390	225.000	0.0228	0.0184	0.0184	0.0097	420.8760			
1	GOTAN5	PIERS5		150	11.600	TACSR	410 mm ²	1820	1000	1000	0.3870	0.2807	4.0203	4.5175	3.0156	43.1901	5.1390	225.000	0.0224	0.0188	0.0188	0.0149	420.8760			

Jml Stok	Dsr	Ke	No. Spd	Data Pengantar		Jenis	I Nom (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/ft)	X (Ohm/ft)	B (MVA/ft)	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 (RVA)	TAHUN OPERASI	Keterangan	
				Tag (KV)	Jarak (Km)			Dari	Ke	Dad	Ko																
					(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			MVA base = 100 150 KV = 0,1975 70 KV = 4,163

7. UPT Jember

1	PELG05	LJANGS	1	150	51,692	ACSR, DOVE	740	600	600	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	6,0593	20,6923	147,4773	21,5610	225,0000	0,0598	0,0289	0,0920	0,0332	192,2320			
1	PELG05	LJANGS	2	150	51,692	ACSR, DOVE	740	600	600	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	6,0593	20,6923	147,4773	21,5610	225,0000	0,0598	0,0289	0,0920	0,0332	192,2320			
1	LJANGS	TGUGLS	1	150	32,080	ACSR, AW	740	800	800	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	3,7698	12,8416	91,5242	13,3907	225,0000	0,0595	0,0187	0,0206	0,0206	192,2320			
1	LJANGS	JMBERS	1	150	60,530	ACSR, AW	740	800	800	1250	800	0,1172	0,4003	2,8530	7,0941	24,2302	172,6921	26,2473	225,0000	0,1122	0,0315	0,1077	0,0369	192,2320			
1	TNGUGLS	JMBERS	1	150	28,460	ACSR, AW	740	1000	800	1250	800	0,1172	0,4003	2,8530	3,3343	11,3985	81,1679	11,8668	225,0000	0,0527	0,0148	0,0508	0,0183	192,2320			
1	JMBERS	BWANGIS	1	150	82,955	ACSR, AW	740	600	600	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	9,6601	33,0628	235,6435	34,4507	225,0000	0,1531	0,0430	0,1469	0,0530	192,2320			
1	JMBERS	GTENGIS	1	150	64,708	ACSR, AW	740	600	1000	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	7,5938	25,9026	84,6119	26,9900	225,0000	0,1200	0,0337	0,1191	0,0415	192,2320			
1	BOWS05	JMBERS	1	150	39,692	ACSR, AW	740	800	800	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	4,6494	15,8767	113,1557	16,5432	225,0000	0,0735	0,0207	0,0706	0,0255	192,2320			
1	BOWS05	JMBERS	2	150	39,692	ACSR, AW	740	800	800	800	1600	0,1172	0,4003	2,8530	4,6494	15,8767	113,1557	16,5432	225,0000	0,0735	0,0207	0,0706	0,0255	192,2320			
1	STBD05	PITONS	1	150	55,433	ACSR, ZEBRA	1620	2000	2000	1250	1250	0,3970	0,2807	4,0203	21,4528	15,6800	222,8673	28,5015	225,0000	0,1178	0,0953	0,0692	0,0502	420,8760			
1	STBD05	PITONS	2	150	55,433	ACSR, ZEBRA	1620	2000	2000	1250	1250	0,3970	0,2807	4,0203	21,4528	15,6800	222,8673	28,5015	225,0000	0,1178	0,0953	0,0692	0,0502	420,8760			
1	STBD05	BOWS05	2	150	34,786	ACSR, AW	740	800	800	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	4,0769	13,9248	99,2445	14,5994	225,0000	0,0645	0,0181	0,0619	0,0223	192,2320			
1	STBD05	BWANGIS	1	150	74,200	ACSR, DOVE	1200	800	800	800	1600	0,0586	0,2815	4,0740	4,3481	20,8873	302,2968	21,3351	225,0000	0,0948	0,0193	0,0928	0,0880	311,7600			
1	STBD05	BWANGIS	2	150	74,200	ACSR, DOVE	1200	800	800	800	1600	0,0586	0,2815	4,0740	4,3481	20,8873	302,2968	21,3351	225,0000	0,0948	0,0193	0,0928	0,0880	311,7600			
1	GTENGIS	BWANGIS	1	150	33,950	ACSR, DOVE	740	1000	600	1250	600	0,1172	0,4003	2,8530	3,8769	13,5902	98,6594	14,1607	225,0000	0,0929	0,0177	0,0604	0,0216	192,2320			
1	BWANGIS	KTPNGS	1	150	7,990	ACSR, HAWK	655	600	800	800	800	0,1370	0,3966	2,8900	1,0948	3,1688	23,0112	3,3528	225,0000	0,0149	0,0049	0,0161	0,0052	176,1690			
1	BWANGIS	KTP-GLM	I (11)	150	4,471	SUBMARINE CABLE	500	600	800	800	800	0,0870	0,1310	73,0000	0,3990	0,5857	328,3930	0,7031	225,0000	0,0031	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0734	120,6070			Kabel laut
1	BWANGIS	KTP-GLM	I (nama)	150	4,429	OSS	465	600	800	800	800	0,1370	0,3966	2,8900	1,0946	3,1688	23,0112	3,3528	225,0000	0,0149	0,0049	0,0161	0,0052	176,1690			Kabel laut rusak
1	BWANGIS	KTPNGS	2	150	7,990	ACSR, HAWK	655	600	800	800	800	0,1370	0,3966	2,8900	1,0946	3,1688	23,0112	3,3528	225,0000	0,0149	0,0049	0,0161	0,0052	176,1690			Op. tp. 03-03-2000
1	BWANGIS	KTP-GLM	II (10)	150	4,389	SUBMARINE CABLE	500	600	800	800	800	0,0870	0,1310	73,0000	0,3818	0,5750	320,3970	0,6902	225,0000	0,0031	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0721	120,6070			Kabel laut rusak
1	BWANGIS	KTP-GLM	II (nama)	150	4,280	OSS	485	600	800	800	800	0,0870	0,1310	73,0000	0,3818	0,5750	320,3970	0,6902	225,0000	0,0031	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0721	120,6070			Kabel laut rusak

Jenis Benda	Merk	No. Sektel	Data Pengalihan			Nom (Amp)	Teg CT	Teg WT	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z end	Z base	Z pu	R pu	X pu	B pu	Daye (MVA)	TARIF OPERASI	Keterangan
			Jenis	Yeast (kVA)	Yeast (kVA)																		
(1)			(2)						(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)		MVA base = 100 150 MV = 0,1875 70 MV = 4,183

8. UPT Medium

1	MARLOS	BYZGS	1	150	23.800	ACSR	330	800	800	1250	800	0,1172	0,4003	2,8530	2,7542	9,4071	87,0455	8,8018	225,0000	0,0438	0,0122	0,0418	0,0151	192,2530	21-09-82	
1	MARLOS	SYZGS	1	150	23.900	ACSR	330	800	800	1250	800	0,1172	0,4003	2,8530	2,8911	9,5972	88,1887	9,8888	225,0000	0,0443	0,0124	0,0425	0,0153	192,2530	31-09-82	
1	MARLOS	SRGENS	1	150	78,874	ACSR	477	400	600	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	9,2208	31,4832	224,4589	32,8153	225,0000	0,1458	0,0410	0,0505	0,0156	121,5818	28-07-81	
1	MARLOS	NGAVINS	1	150	61,760	ACSR	477	400	600	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	6,0851	20,7156	147,9428	21,5851	225,0000	0,0858	0,0270	0,0257	0,0332	121,5818	28-07-81	
1	NGAHIS	SRGENS	1	150	37,924	ACSR	477	400	600	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	4,4447	15,1810	108,1872	16,8183	225,0000	0,0703	0,0188	0,0575	0,0243	121,5818	28-07-81	
1	NGAROS	CERJUS	2	150	30,870	ACSR	477	400	600	800	800	0,1370	0,3986	2,8890	4,2428	12,2827	89,1838	12,8849	225,0000	0,0578	0,0188	0,0546	0,0201	187,5710	1983	
1	NGAROS	BYZGS	1	150	35,300	ACSR	477	400	600	800	800	0,1370	0,3986	2,8890	4,8381	14,0000	101,8840	14,8117	225,0000	0,0658	0,0215	0,0622	0,0229	187,5710	1982	
1	NGAROS	BYZGS	2	150	35,300	ACSR	477	400	600	800	800	0,1370	0,3986	2,8890	4,8381	14,0000	101,8840	14,8117	225,0000	0,0658	0,0215	0,0622	0,0229	187,5710	1982	
1	NGAROS	BYZGS	1	150	12,910	TACSR	240	800	800	1250	1250	0,0588	0,2815	4,0740	0,7566	3,6342	52,5853	3,1721	225,0000	0,0166	0,0094	0,0162	0,0118	252,7554	1982	
1	NGAROS	BYZGS	2	150	12,910	TACSR	240	800	800	1250	1250	0,0588	0,2815	4,0740	0,7566	3,6342	52,5853	3,1721	225,0000	0,0166	0,0094	0,0162	0,0118	252,7554	1986	
1	BABAT5	LANGANS	2	150	12,910	TACSR	240	800	800	1250	1250	0,0588	0,2815	4,0740	0,7566	3,6342	52,5853	3,1721	225,0000	0,0166	0,0094	0,0162	0,0118	252,7554	14-05-88	
1	BABAT5	LANGANS	2	150	12,910	TACSR	240	800	800	1250	1250	0,0588	0,2815	4,0740	0,7566	3,6342	52,5853	3,1721	225,0000	0,0166	0,0094	0,0162	0,0118	252,7554	14-05-88	
1	BABAT5	TUBANS	2	150	31,822	TACSR	240	800	800	1250	1250	0,0588	0,2815	4,0740	1,8706	8,9850	130,0582	8,7187	225,0000	0,0408	0,0083	0,0389	0,0283	252,7554	14-05-88	
1	BABAT5	TUBANS	2	150	31,822	TACSR	240	800	800	1250	1250	0,0588	0,2815	4,0740	1,8706	8,9850	130,0582	8,7187	225,0000	0,0408	0,0083	0,0389	0,0283	252,7554	14-05-88	
1	TUBANS	KERENK5	1	150	14,090	ACSR	240	800	800	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	1,6478	5,8282	40,1132	5,8846	225,0000	0,0281	0,0073	0,0250	0,0090	187,5710	1983	
1	TUBANS	KERENK5	1	150	14,090	ACSR	240	800	800	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	1,6478	5,8282	40,1132	5,8846	225,0000	0,0281	0,0073	0,0250	0,0090	187,5710	1985	
1	MALWNG5	KERENK5	2	150	8,000	ACSR	240	800	800	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	1,0548	3,8027	25,8770	3,7358	225,0000	0,0187	0,0047	0,0160	0,0038	187,5710	1985	
1	MALWNG5	KERENK5	2	150	8,000	ACSR	240	800	800	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	1,0548	3,8027	25,8770	3,7358	225,0000	0,0187	0,0047	0,0160	0,0038	187,5710	1985	
1	KERENK5	TBAJUS	2	150	2,018	ACSR	240	800	800	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	0,2383	0,8070	5,7518	0,8408	225,0000	0,0037	0,0011	0,0038	0,0013	187,5710	1987	
1	KERENK5	TBAJUS	2	150	2,018	ACSR	240	800	800	1250	1250	0,1172	0,4003	2,8530	0,2383	0,8070	5,7518	0,8408	225,0000	0,0037	0,0011	0,0038	0,0013	187,5710	1987	
1	MARLOS	NGLIK4	1	70	39,890	ACSR	300	300	800	800	800	0,2175	0,3871	2,9580	8,8565	15,4066	117,8488	17,8719	48,0000	0,3807	0,1187	0,2144	0,0588	48,0110	11-11-94	
1	MARLOS	DLOPO4	1	70	14,000	ACSR	300	200	200	800	800	0,2175	0,3871	2,9580	3,0450	5,4194	41,3840	6,2183	48,0000	0,1289	0,0281	0,1106	0,0220	48,2335	28-11-81	
1	MARLOS	PARGO4	1	70	22,920	ACSR	300	300	800	800	800	0,2180	0,3859	2,9580	6,4310	11,3841	97,2020	13,0750	48,0000	0,2868	0,1312	0,2323	0,0443	48,2335	21-09-85	
1	MARLOS	MARGEM4	2	70	22,920	ACSR	300	300	800	800	800	0,2180	0,3859	2,9580	6,4310	11,3841	97,2020	13,0750	48,0000	0,2868	0,1312	0,2323	0,0443	48,2335	21-09-85	
1	MARLOS	MARGEM4	2	70	5,400	ACSR	300	300	1250	800	800	0,2175	0,3871	2,9580	1,1745	2,0903	15,8824	2,3877	48,0000	0,0489	0,0240	0,0487	0,0208	48,0110	23-09-81	
1	MARLOS	TLEGA4	1	70	5,400	ACSR	300	300	1250	800	800	0,2175	0,3871	2,9580	1,1745	2,0903	15,8824	2,3877	48,0000	0,0489	0,0240	0,0487	0,0208	48,0110	23-09-81	
1	MARLOS	PCTAM4	2	70	92,218	ACSR	300	300	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9580	13,5324	24,0848	183,9184	27,8280	48,0000	0,5838	0,2782	0,4815	0,0780	48,0110	28-08-81	
1	MARLOS	PCTAM4	2	70	92,218	ACSR	300	300	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9580	13,5324	24,0848	183,9184	27,8280	48,0000	0,5838	0,2782	0,4815	0,0780	48,0110	28-08-81	
1	MARLOS	PARGO4	1	70	38,890	ACSR	300	300	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9580	8,4390	15,0195	114,8928	17,2278	48,0000	0,3318	0,1722	0,2885	0,0588	48,0110	23-09-88	
1	MARLOS	TELEK4	1	70	38,890	ACSR	300	300	400	400	400	0,2175	0,3871	2,9580	8,4390	15,0195	114,8928	17,2278	48,0000	0,3318	0,1722	0,2885	0,0588	48,0110	23-09-88	
1	MARLOS	DLOPO4	2	70	15,500	ACSR	300	300	800	800	800	0,2180	0,3859	2,9580	3,3713	6,0001	45,8180	8,9823	48,0000	0,1465	0,0688	0,1223	0,0222	48,2335	28-11-81	
1	MARLOS	MARGEM4	1	70	14,400	ACSR	300	300	800	800	800	0,2180	0,3859	2,9580	3,1382	5,5570	42,5894	6,3823	48,0000	0,1303	0,0641	0,1134	0,0221	48,2335	22-12-86	
1	MARLOS	MARGEM4	2	70	14,400	ACSR	300	300	800	800	800	0,2180	0,3859	2,9580	3,1382	5,5570	42,5894	6,3823	48,0000	0,1303	0,0641	0,1134	0,0221	48,2335	22-12-86	
1	MARLOS	MARGEM4	2	70	18,388	ACSR	300	300	800	800	800	0,2180	0,3859	2,9580	3,1382	5,5570	42,5894	6,3823	48,0000	0,1303	0,0641	0,1134	0,0221	48,2335	27-02-85	
1	MARLOS	MARGEM4	2	70	18,388	ACSR	300	300	800	800	800	0,2180	0,3859	2,9580	3,1382	5,5570	42,5894	6,3823	48,0000	0,1303	0,0641	0,1134	0,0221	48,2335	27-02-85	
1	MARLOS	NGLUK4	1	70	22,942	ACSR	300	300	800	800	800	0,2175	0,3871	2,9580	4,9889	8,8808	97,8188	10,1887	48,0000	0,2078	0,1018	0,1812	0,0303	48,0110	18-10-77	

BLPOD2	WGBB2	10,750	ACSR	85	285	400	408	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	BLPOD2	WGBB2	1	25	16,184	ACSR	70	209	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	BLPOD2	GLANG2	1	25	17,814	ACSR	70	118	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	BLPOD2	GLANG2	2	25	17,814	ACSR	80	110	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	GRONG2	GLANG2	1	25	2,882	ACSR	50	119	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	GRONG2	GLANG2	2	25	2,882	ACSR	50	119	...	...	...	...</									

Jrd Beker	Dori	No Beker	Teg (kV)	Data Pemfaktoran				I Ham (Amp)	Teg CT Dori	Keg Dori	Teg WT Ke	R (Ohm)	X (Ohm)	B (MVA)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z mst (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Days (dVA)	TARIK DPE-RAIB	Keterangan
				Jenis	Ke	Daerah	Ke																			
			(1)	(2)							(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			MVA base = 100 150 kV = 0,1975 70 kV = 4,193

9. UPT Kediri

1	BIRBAUS	MAGANS	1	150	27.600	ACSR	330	740	800	800	1600	2000	0.1172	0.4003	2.8530	3.2347	11.0483	78.7428	11.5121	225.0000	0.0512	0.0144	0.0491	0.0177	192.2520	18-03-87			
1	BIRBAUS	MAGANS	2	150	27.600	ACSR	330	740	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	3.2347	11.0483	78.7428	11.5121	225.0000	0.0512	0.0144	0.0491	0.0177	192.2520	11-08-82			
1	BIRBAUS	SYZAGS	1	150	12.350	ACSR	330	740	800	800	1250	890	0.1172	0.4003	2.8530	1.4357	4.8037	34.9483	5.1095	225.0000	0.0227	0.0094	0.0278	0.0079	192.2520	21-08-82			
1	BIRBAUS	NARLOS	1	150	47.330	ACSR	330	740	800	800	1250	890	0.0895	0.2045	2.7880	5.5471	18.9482	135.0225	18.2415	225.0000	0.0877	0.0247	0.0942	0.0304	192.2520	21-08-82			
1	BIRBAUS	KITAS	1	150	31.615	ACSR	2 x 477	892	800	800	890	1250	0.0895	0.2045	2.7880	2.1956	6.4633	88.1426	6.8183	225.0000	0.0503	0.0098	0.0287	0.0198	255.1238	17-09-86			
1	BIRBAUS	NARLOS	2	150	31.615	ACSR	2 x 477	892	800	800	1250	890	0.0895	0.2045	2.7880	2.1956	6.4633	88.1426	6.8183	225.0000	0.0503	0.0098	0.0287	0.0198	255.1238	17-09-86			
1	SYZAGS	NARLOS	1	150	35.080	ACSR	330	740	400	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	4.1114	14.0426	100.0832	14.8320	225.0000	0.0850	0.0183	0.0624	0.0225	192.2520	31-09-82			
1	BIRBAUS	GGRAM	1	70	4.950	ACSR	300	396	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9590	1.0766	1.0766	1.0766	1.9181	14.8322	2.1978	48.0000	0.0448	0.0220	0.0391	0.0097	48.0110	1983	
1	BIRBAUS	TLGNGA	2	70	4.950	ACSR	300	396	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9590	6.3310	11.3033	88.3152	12.8653	48.0000	0.2946	0.1296	0.2307	0.0042	48.0110	1984			
1	BIRBAUS	TLGNGA	2	70	29.200	ACSR	300	396	400	400	400	890	0.2175	0.3871	2.8590	6.3310	11.3033	88.3152	12.8653	48.0000	0.2846	0.1296	0.2307	0.0042	48.0110	23-09-81			
1	BIRBAUS	PAREK	2	70	16.841	ACSR	300	350	400	400	400	890	0.3868	0.3584	3.2020	6.1241	5.8774	50.7228	8.3509	48.0000	0.1704	0.1250	0.1159	0.0025	42.4340	29-01-94			
1	BIRBAUS	PARER	2	70	15.841	ACSR	300	350	400	400	890	890	0.3868	0.3584	3.2020	6.1241	5.8774	50.7228	8.3509	48.0000	0.1704	0.1250	0.1159	0.0025	42.4340	29-01-94			
1	TLGNGA	BLTARA	1	70	31.200	ACSR	300	396	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.8590	6.7880	12.0775	92.2272	13.8534	48.0000	0.2827	0.1385	0.2485	0.0045	48.2335	16-10-80			
1	TLGNGA	BLTARA	2	70	31.200	ACSR	300	396	400	400	600	600	0.2175	0.3871	2.8590	6.7880	12.0775	92.2272	13.8534	48.0000	0.2827	0.1385	0.2485	0.0045	48.2335	22-04-83			
1	TLGNGA	TLGKKA	1	70	38.327	ACSR	300	396	400	400	600	890	0.2175	0.3871	2.8590	8.3492	14.6888	113.8720	17.0445	48.0000	0.3478	0.1704	0.3303	0.0056	48.0110	1983			
1	TLGNGA	TLGKKA	1	70	27.800	ACSR	300	396	100	150	1250	890	0.2175	0.3871	2.8590	6.0030	10.6840	81.8856	12.2549	48.0000	0.2501	0.1225	0.2160	0.0040	48.0110	23-09-81			
1	BLTARA	WILANGA	1	70	11.730	ACSR	300	396	400	300	890	890	0.2175	0.3871	2.8590	2.5513	4.5407	34.6728	5.2083	48.0000	0.1063	0.0521	0.0927	0.0017	48.2335	12-10-80			
1	BLTARA	WILANGA	2	70	11.730	ACSR	300	396	400	300	890	890	0.2175	0.3871	2.8590	2.5513	4.5407	34.6728	5.2083	48.0000	0.1063	0.0521	0.0927	0.0017	48.2335	22-08-83			
1	KTNSM4	SKTTH	1	70	15.800	ACSR	300	396	400	400	600	600	0.2175	0.3871	2.8590	3.4395	6.1182	46.7048	7.0155	48.0000	0.1432	0.0701	0.1248	0.0023	48.0110	18-01-86			
1	KTNSM4	SKTTH	2	70	15.800	ACSR	300	396	400	400	600	600	0.2175	0.3871	2.8590	3.4395	6.1182	46.7048	7.0155	48.0000	0.1432	0.0701	0.1248	0.0023	48.0110	18-01-86			
1	KTNSM4	NGLUKA	1	70	16.795	ACSR	300	396	400	400	600	600	0.2175	0.3871	2.8590	3.6464	6.4897	49.5873	7.4440	48.0000	0.1519	0.0744	0.1314	0.0024	48.0110	17-10-77			
1	KTNSM4	NGLUKA	2	70	16.795	ACSR	300	396	400	400	600	600	0.2175	0.3871	2.8590	3.6464	6.4897	49.5873	7.4440	48.0000	0.1519	0.0744	0.1314	0.0024	48.0110	17-12-87			
1	KTNSM4	PLGSOA	1	70	24.800	ACSR	300	396	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.8590	5.3340	9.8091	73.3088	11.0117	48.0000	0.2247	0.1101	0.1859	0.0036	48.2335	28-11-85			
1	KTNSM4	PLGSOA	2	70	24.800	ACSR	300	396	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.8590	5.3340	9.8091	73.3088	11.0117	48.0000	0.2247	0.1101	0.1859	0.0036	48.2335	23-05-85			
1	NGLUKA	CRBAN4	1	70	16.500	ACSR	300	396	400	400	890	890	0.2175	0.3871	2.8590	3.5888	6.3872	48.7740	7.2383	48.0000	0.1485	0.0732	0.1394	0.0024	48.0110	18-10-77			
1	NGLUKA	NARLOS	1	70	18.500	ACSR	300	396	300	300	890	890	0.2175	0.3871	2.8590	3.5888	6.3872	48.7740	7.2383	48.0000	0.1485	0.0732	0.1394	0.0024	48.0110	11-11-94			
Pengembangan																													
1	BIRBAUS	KTBNOS	1	150	15.808	ACSR ZEBRA	2 x 477	1620	800	800	800	1250	0.1183	0.3985	2.9380	1.8700	6.1570	48.4424	6.4347	225.0000	0.0288	0.0083	0.0274	0.0105	420.8760	17-09-86			
1	KTBNOS	JKTAB5	1	150	15.808	ACSR ZEBRA	2 x 477	1620	800	800	800	1250	0.1183	0.3985	2.9380	1.8700	6.1570	48.4424	6.4347	225.0000	0.0288	0.0083	0.0274	0.0105	420.8760	17-09-86			

1	KORUS	TLGNGA	1	30	27.701	BC	35	280																		
1	KORUS	TLGNGA	2	30	27.701	BC	35	280																		
1	TLGNGS	BLTARA	1	30	27.701	ACSR	10	239																		
1	TLGNGS	BLTARA	2	30	27.701	ACSR	10	239																		

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	Data Penghantar			I Norm (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (By/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z ext (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)	TAHUN OPERASI	Keterangan
				Teg (kV)	Jarak (km)	Jenis		Dari	Ke	Dari	Ke															
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)=(2x3)	(7)=(2x4)	(8)=(2x5)	(9)=akar (6) ² +7 ²	(10)=(7/10)	(11)=(8/10)	(12)=(9/10)	(13)=(7)(10)	(14)=(8)(10,1975)	(15)=(9)(10,1975)			MVA base = 100 150 kV = 0,1975 70 kV = 4,183

9. UPT Kediri

1	TUGNS	TGLEK3	1	80	32.684	ACSR	1A	230										0.0000					11.9308	1930	Idios		
1	PARE3	MDLAN3	1	20	21.530	ACSR	1A	230										0.0000					11.9308	1930	Tidak operasi		
1	PARE3	MDLAN3	2	30	21.530	ACSR	1A	230										0.0000					11.9308	1930	Tidak operasi		
Rencana																											
1	BNRAN5	KTSNO5	1	150	15.808	ACSR ZEBRA	2 x 477	1620	800	800	800	1250	0.1183	0.3895	2.9380	1.8700	6.1570	48.4424	6.4347	225.0000	0.0288	0.0683	0.0274	0.0105	420.8760	17-09-86	
1	KTSNO5	JKTAB5	1	150	15.808	ACSR ZEBRA	2 x 477	1620	800	800	800	1250	0.1183	0.3895	2.9380	1.8700	6.1570	48.4424	6.4347	225.0000	0.0288	0.0683	0.0274	0.0105	420.8760	17-09-86	
1	BNRAN5	MNRJOS	1	150	47.330	ACSR	330	740	800	800	1250	800	0.0888	0.3860	2.9650	4.2029	18.2694	140.3335	18.7466	225.0000	0.0833	0.0187	0.0812	0.0316	192.2520	21-09-82	
1	BNRAN5	NGJUK5	1	150	2.600	ZEBRA	2 kail	1820	800	800	1250	800	0.0387	0.2807	4.0230	0.1006	0.7288	10.4598	0.7367	225.0000	0.0033	0.0004	0.0032	0.0024	420.8760	21-09-82	
1	NGJUK	MNRJOS	1	150	47.330	ACSR	330	740	800	800	1250	800	0.0888	0.3860	2.9650	4.2029	18.2694	140.3335	18.7466	225.0000	0.0833	0.0187	0.0812	0.0316	192.2520	21-09-82	

Jnd	Dist	No	No. Dist	Tag (N)	Sarat (Km)	Data Pemukiman		l (Km)	Top CT	Kd	Top WT	Kd	R	X	B	R	X	B	Z sat	Z base	Z pu	R pu	X pu	B pu	Date (DDA)	TAHUN OPERASI	Kedalaman
						Janis	Janis																				
				(1)	(2)								(3)	(4)	(5)	$\sqrt{R^2+X^2}$	$\sqrt{R^2+X^2}$	$\sqrt{B^2+Z^2}$	$\sqrt{Z^2+Z_{sat}^2}$	$0,01 \sqrt{(Z+Z_{base})^2+Z_{pu}^2}$	$(0,1) \sqrt{(R+R_{pu})^2+Z_{pu}^2}$	$(0,1) \sqrt{(X+X_{pu})^2+Z_{pu}^2}$	$\sqrt{B_{pu}^2+Z_{pu}^2}$	15.08.11.13.22.10.00		100 150 kV = 0,1875 70 kV = 4,183	

Sub Region Ball

1	GLNJKS	CH GLNJK	1	150	1,720	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	0,2356	0,8622	4,9536	0,7217	225,0000	0,0032	0,0010	0,0030	0,0011	187,5710			
1	GLNJKS	CH GLNJK	2	150	1,720	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	0,2356	0,8622	4,9536	0,7217	225,0000	0,0032	0,0010	0,0030	0,0011	187,5710			
1	CH GLNJK	CH KTRNG	1	150	4,200	OFC	3 x 300 mm ²	492	800	800			0,0870	0,3170	73,0000	0,3854	0,5502	308,6000	0,6695	225,0000	0,0029	0,0016	0,0024	0,0089	120,0278			
1	CH GLNJK	CH KTRNG	2	150	4,200	OFC	3 x 300 mm ²	492	800	800			0,0870	0,3170	73,0000	0,3854	0,5502	308,6000	0,6695	225,0000	0,0029	0,0016	0,0024	0,0089	120,0278			
1	GLNJKS	NGARAS	1	150	38,040	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	5,2115	109,5552	158,8514	225,0000	0,0709	0,0232	0,0272	0,0671	0,0247	187,5710			
1	GLNJKS	NGARAS	2	150	38,040	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	5,2115	109,5552	158,8514	225,0000	0,0709	0,0232	0,0272	0,0671	0,0247	187,5710			
1	GLNJKS	PANGRONS	1	150	76,800	ACSR HAWK	2 x 477 MCM	1290	800	800			0,0695	0,2045	2,7860	5,1192	15,5278	211,6092	18,3892	225,0000	0,0728	0,0231	0,0231	0,0690	0,0476	333,1420		
1	NGARAS	ASARIS	1	150	44,400	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	6,0828	17,6090	127,8720	18,6300	225,0000	0,0828	0,0270	0,0270	0,0783	0,0288	187,5710		
1	NGARAS	ASARIS	2	150	44,400	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	6,0828	17,6090	127,8720	18,6300	225,0000	0,0828	0,0270	0,0270	0,0783	0,0288	187,5710		
1	KAPALAS	ANSRIS	1	150	23,310	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	3,1835	9,2447	67,1328	8,7898	225,0000	0,0435	0,0142	0,0411	0,0151	0,0151	187,5710		
1	KAPALAS	ANSRIS	2	150	23,310	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	3,1835	9,2447	67,1328	8,7898	225,0000	0,0435	0,0142	0,0411	0,0151	0,0151	187,5710		
1	KAPALAS	GNVARS	1	150	18,210	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	2,6318	7,6187	55,3248	8,0604	225,0000	0,0358	0,0117	0,0339	0,0378	0,0125	187,5710		
1	KAPALAS	GNVARS	2	150	18,210	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800			0,1370	0,3986	2,8800	2,6318	7,6187	55,3248	8,0604	225,0000	0,0358	0,0117	0,0339	0,0378	0,0125	187,5710		
1	KAPALAS	NSDUAS	1	150	20,610	ACSR PARTIRIDGE	135 mm ²	400	400	400			0,1370	0,4090	2,7860	4,4894	8,3313	57,5371	6,8297	225,0000	0,0428	0,0199	0,0379	0,0379	0,0130	103,9200		
1	KAPALAS	NSDUAS	2	150	0,980	OLEO XLPE	3 x 240 mm ²	400	800	800			0,0870	0,1320	73,0000	0,0835	0,1267	70,0680	0,1418	0,0100	15,1788	0,0712	0,0232	0,0573	0,0573	0,0528	103,9200	
1	KAPALAS	BRITIS	1	150	38,170	TACSR	160 mm ²	400	800	800			0,1370	0,3970	2,8800	5,2293	15,1535	109,0296	16,0304	225,0000	0,0465	0,0132	0,0383	0,0414	0,0141	103,9200		
1	KAPALAS	PNGANS	1	150	21,700	TACSR	160 mm ²	400	800	800			0,1370	0,3970	2,8800	5,2293	15,1535	109,0296	16,0304	225,0000	0,0465	0,0132	0,0383	0,0414	0,0141	103,9200		
1	KAPALAS	PNGANS	2	150	28,010	TACSR	160 mm ²	400	800	800			0,1370	0,3970	2,8800	3,8374	11,1200	80,8688	11,7635	225,0000	0,0523	0,0171	0,0484	0,0484	0,0182	103,9200		
1	BRITIS	PNGANS	1	150	18,500	ACSR PARTIRIDGE	135 mm ²	400	200	1000			0,1370	0,4090	2,7860	3,5244	6,7320	45,6390	7,5988	225,0000	0,0336	0,0157	0,0289	0,0313	0,0103	103,9200		
1	GNVARS	SAKURIS	1	150	18,380	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	1000			0,1370	0,3970	2,8800	2,2441	6,5029	47,1744	6,8782	225,0000	0,0306	0,0100	0,0289	0,0289	0,0106	187,5710		
1	GNVARS	SAKURIS	2	150	33,760	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000			0,1370	0,3986	2,8800	4,6351	13,3892	97,2288	14,1656	225,0000	0,0530	0,0206	0,0595	0,0219	0,0219	187,5710		
1	GNVARS	AAMPAS	1	150	33,760	ACSR HAWK	477 MCM	645	1000	1000			0,1370	0,3986	2,8800	4,6351	13,3892	97,2288	14,1656	225,0000	0,0530	0,0206	0,0595	0,0219	0,0219	187,5710		
1	SAKURIS	PERBANS	2	150	7,740	ACSR PARTIRIDGE	177 MCM	400	400	400			0,1370	0,4090	2,7860	1,9818	3,0786	22,3200	3,2546	225,0000	0,0146	0,0047	0,0137	0,0137	0,0048	103,9200		
1	SAKURIS	PERBANS	1	150	13,410	ACSR PARTIRIDGE	135 mm ²	400	1000	1000			0,1370	0,4090	2,7860	2,8844	5,4713	37,0921	6,1757	225,0000	0,0274	0,0127	0,0243	0,0243	0,0083	103,9200		
1	NSDUAS	PERBANS	2	150	1,200	XLPE	3 x 240 mm ²	400	800	800			0,0870	0,1320	73,0000	0,0844	0,1192	53,3265	8,8780	225,0000	0,0395	0,0183	0,0350	0,0350	0,0120	103,9200		
1	NSDUAS	PERBANS	1	150	19,280	ACSR PARTIRIDGE	135 mm ²	400	200	200			0,1370	0,4090	2,7860	4,1182	7,8882	53,3265	8,8780	225,0000	0,0395	0,0183	0,0350	0,0350	0,0120	103,9200		
1	BRITIS	PERBANS	1	150	18,280	ACSR PARTIRIDGE	135 mm ²	400	200	200			0,1370	0,3986	2,8800	1,2964	3,6170	26,2656	3,8287	225,0000	0,0710	0,0056	0,0161	0,0161	0,0059	187,5710		
1	BRITIS	PERBANS	2	150	8,120	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000			0,1370	0,3986	2,8800	1,0412	3,0142	21,8880	3,1899	225,0000	0,0142	0,0046	0,0134	0,0134	0,0049	187,5710		
1	KAPALAS	PERBANS	1	150	7,500	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000			0,1370	0,3986	2,8800	1,0412	3,0142	21,8880	3,1899	225,0000	0,0142	0,0046	0,0134	0,0134	0,0049	187,5710		
1	PBBANS	PERBANS	1	150	7,500	ACSR HAWK	477 MCM	645	400	1000			0,1370	0,3986	2,8800	1,0412	3,0142	21,8880	3,1899	225,0000	0,0142	0,0046	0,0134	0,0134	0,0049	187,5710		



APPENDIX

*IEEE 30-bus test system***Bus Data and Load Flow Result at Base Case**

Bus no	Bus Voltage	Generation		Load	
	Magnitude (p.u)	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1.050	138.92	-1.54	0	0
2	1.030	57.56	4.45	21.7	12.7
3	1.000	0	0	2.4	1.2
4	1.000	0	0	7.6	1.6
5	1.010	24.56	22.79	94.2	19
6	1.000	0	0	0	0
7	1.000	0	0	22.8	10.9
8	1.020	35.00	34.26	30	30
9	1.000	0	0	0	0
10	1.000	0	0	5.8	2
11	1.050	17.93	29.29	0	0
12	1.000	0	0	11.2	7.5
13	1.050	16.91	36.49	0	0
14	1.000	0	0	6.2	1.6
15	1.000	0	0	8.2	2.5
16	1.000	0	0	3.5	1.8
17	1.000	0	0	9	5.8
18	1.000	0	0	3.2	0.9
19	1.000	0	0	9.5	3.4
20	1.000	0	0	2.2	0.7
21	1.000	0	0	17.5	11.2
22	1.000	0	0	0	0
23	1.000	0	0	3.2	1.6
24	1.000	0	0	8.7	6.7
25	1.000	0	0	0	0
26	1.000	0	0	3.5	2.3
27	1.000	0	0	0	0
28	1.000	0	0	0	0
29	1.000	0	0	2.4	0.9
30	1.000	0	0	10.6	1.9

Line Data

Line between buses		Line Impedance		Half line Charging Susceptance (p.u.)
From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	
1	2	0.0192	0.0575	0.0264
1	3	0.0452	0.1852	0.0204
2	4	0.0570	0.1737	0.0184
3	4	0.0132	0.0379	0.0042
2	5	0.0472	0.1983	0.0209
2	6	0.0581	0.1763	0.0187
4	6	0.0119	0.0414	0.0045
5	7	0.0460	0.1160	0.0102
6	7	0.0267	0.0820	0.0085
6	8	0.0120	0.0420	0.0045
6	9	0.0000	0.2080	0.0000
6	10	0.0000	0.5560	0.0000
9	11	0.0000	0.2080	0.0000
9	10	0.0000	0.1100	0.0000
4	12	0.0000	0.2560	0.0000
12	13	0.0000	0.1400	0.0000
12	14	0.1231	0.2559	0.0000
12	15	0.0662	0.1304	0.0000
12	16	0.0942	0.1987	0.0000
14	15	0.0221	0.1997	0.0000
16	17	0.0824	0.1932	0.0000
15	18	0.1070	0.2185	0.0000
18	19	0.0639	0.1292	0.0000
19	20	0.0340	0.0680	0.0000
10	20	0.0936	0.2090	0.0000
10	17	0.0324	0.0845	0.0000
10	21	0.0348	0.0749	0.0000
10	22	0.0727	0.1499	0.0000
21	22	0.0116	0.0236	0.0000
15	23	0.0100	0.2020	0.0000
22	24	0.1150	0.1790	0.0000
23	24	0.1320	0.2700	0.0000
24	25	0.1885	0.3292	0.0000
25	26	0.2544	0.3800	0.0000
25	27	0.1093	0.2087	0.0000
28	27	0.0000	0.3960	0.0000
27	29	0.2198	0.4153	0.0000
30	27	0.3202	0.6027	0.0000
30	29	0.2399	0.4533	0.0000
8	28	0.0636	0.2000	0.0214
6	28	0.0169	0.0599	0.0065

**Technical and Economic Parameter**

Bus	P_{min} MW	P_{max} MW	Q_{min} MVAR	Q_{max} MVAR	Operational Cost		
					A	B	C
1	50	125	-20	150	0.00375	2.0000	0.0000
2	20	62.5	-20	60	0.01750	0.6800	0.0000
5	15	35	-15	62.5	0.06250	0.5000	0.0000
8	10	30	-15	50	0.00834	0.2600	0.0000
11	10	25	-10	40	0.02500	1.0000	0.0000
13	12	15	-15	45	0.02500	1.0000	0.0000

Result ELD

Bus	P (MW/h)	Q (MVAR/h)
1	66.997	25.474
2	80.000	-19.503
5	35.979	27.134
8	35.000	38.838
11	30.000	16.947
13	40.000	25.884
Total Power Generationst	290.866	124.658
Total Power Demandst	283.400	126.200
Total Lossst	7.466	-1.542
Costst (\$/h)	566.6107	

LAMPIRAN 2

1. Surat Ijin Survey/Pengambilan Data di PT PLN (Persero) Region IV PJB.
2. Surat Pernyataan.
3. Lembar Pengajuan Judul Skripsi (Form S-2).
4. Lembar Pembimbing Skripsi (Form S-3a).
5. Lembar Pernyataan Kesiapan Dalam Pembimbingan Skripsi (Form S-3b).
6. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi (Form S-3c).
7. Berita Acara Ujian Skripsi.
8. Surat Bimbingan Skripsi (Form S-4a).
9. Lembar Formulir Bimbingan Skripsi (Form S-4b).
10. Surat Keterangan.



**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 : 195 /330/RJTB/2007
Surat Sdr. No. : ITN-1527/III.TA-2/2/07
Lampiran : 1 (satu) lampiran.
Perihal : Ijin Survey / Pengambilan Data.

04 OCT 2007

Kepada Yth
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Di
MALANG

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-1527/III.TA-2/2/07 tanggal 04 September 2007 perihal Survey / Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

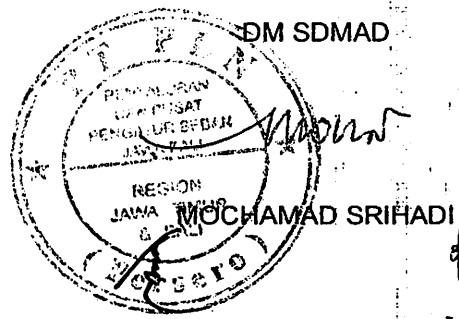
> **Heru Wiyono**

Nim : 02.12.102

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

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

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.



Tembusan Yth. :

1. MBSDM PLN P3B JB.
2. DM Operasi Sistem PLN P3B RJTB.
3. Sdr. Heru Wiyono

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : HERU WIYONO
Pria/ Wanita : PRIA
Tempat / Tanggal lahir : LUMAJANG / 23 JUNI 1984
Alamat / No. telepon : JL. SENGGANI 26 MALANG
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 pgunakan 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.

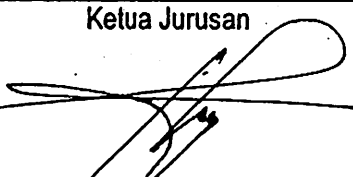
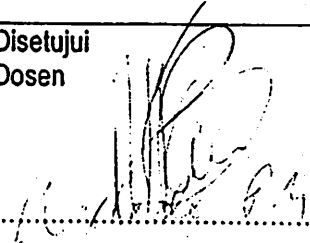
Surabaya, 20-09-2007
Yang membuat pernyataan





LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: HERU WIYONO	Nim: 02.12.102
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: 2
		Bulan: 10
		Tahun: 2007
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)	
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*)	Ketua Jurusan
	Ir. Widodo Pudji M. MT <i>[Signature]</i>	 Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	Optimal Power Flow (OPF) menggunakan metode Loba Swarm Intelligence di PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Perbaikan Bahan Jowo - Bali (P3B)
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	Optimal Power Flow menggunakan metode Particle Swarm Optimization di PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Perbaikan Jowo - Bali (P3B)
7.	Catatan:	
	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui Dosen 200 

Perhatian:

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

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. Widodo Pudji M, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HERU WIYONO
Nim : 02.12.102
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

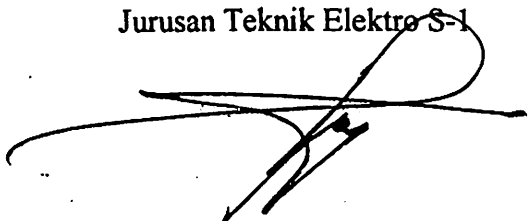
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir):

"OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT PLN. (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)"

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Ibu kami ucapkan terima kasih.

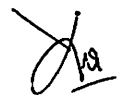
Malang, Nopember 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. 1039500274

Hormat kami,



HERU WIYONO



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Ibu.Irrine Budi Sulistiawati,ST, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HERU WIYONO
Nim : 02.12.102
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir):

"OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT PLN. (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)"

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Ibu kami ucapkan terima kasih.

Malang, Nopember 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. 1039500274

Hormat kami,

HERU WIYONO



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : HERU WIYONO
Nim : 02.12.102
Semester : XI (sebelas)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

“OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)”

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Nopember 2007

Kami yang Membuat Pernyataan,

Ir. Widodo Pudji M, MT
NIP. Y 1028700171

Catatan

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut

*)coret yang tidak perlu



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : HERU WIYONO
Nim : 02.12.102
Semester : XI (sebelas)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul:

"OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT PLN. (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)"

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Nopember 2007

Kami Yang Membuat Pernyataan,

Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT
NIP. 132 314 400

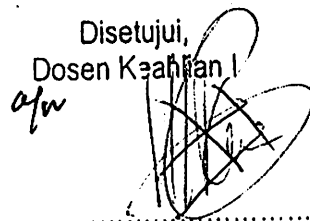
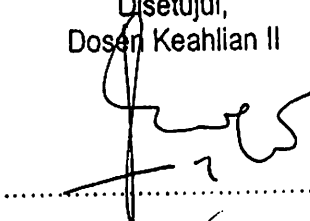
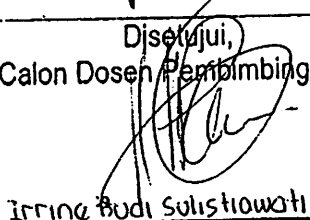
Catatan

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut
*)coret yang tidak perlu



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: HERU WIYONO	Nim: 02.12.102
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	18-12-2007
Tempat		
Ruahg: SEMINAR		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	<input type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik	
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	
	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya	
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT. PLN (PERSERO) REGION IV PENJALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	...............
6.	Catatan:	
Catatan:		
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I 	Disetujui, Dosen Keahlian II 
	Mengetahui, Ketua Jurusan. <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs  <u>Irrine Budi Sulistiwati, ST, MT</u> NIP. 132 314 400

Perhatian:

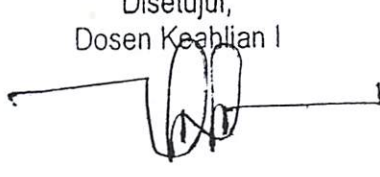
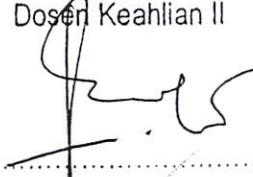
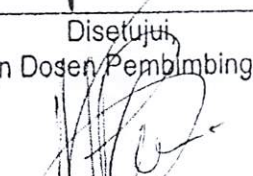
1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

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



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: HERU WIDONO			Nim: 02.12.102
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	18-12-2007		Ruang: SEMINAR
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)				
3.	@ Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri		e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya	
			
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT. PLN (PUSAKO) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PEMBATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	.....	
6.	Catatan:			
Catatan:				
Persetujuan Judul Skripsi				
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I 		Disetujui, Dosen Keahlian II 	
	Mengetahui, Ketua Jurusan. <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs  <u>Ir. Widodo Puji M, MT</u> NIP. Y. 1028700171	

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : HERU WIYONO
2. NIM : 02.12.102
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : *OPTIMAL POWER FLOW* MENGGUNAKAN METODE *SWARM INTELLIGENT* DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI.

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

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Dengan Nilai : 80,4 (A) *By*

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Penguji,

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 101 8100 036

Sekretaris Majelis Penguji,

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

Anggota Penguji

Penguji Pertama,

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 103 8900 209

Penguji Kedua,

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 101 8800 189



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

Malang, 28 Desember 2007

Nomor : ITN-676/I.TA/2/2007
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. **WIDODO PUDJI M, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama : HERU WIYONO
Nim : 0212102
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:

18 Desember 2007 s/d 18 Juni 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 Limpraptono, 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

II (PERSERO) MALANG
NK 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, 28 Desember 2007

Nomor : ITN-677/I.TA/2/2007
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. **IRRINE BUDI S, ST, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama : HERU WIYONO
Nim : 0212102
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:

18 Desember 2007 s/d 18 Juni 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

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

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : HERU WIYONO
 Nim : 02.12.102
 Masa Bimbingan : 18 Desember 2007 s/d 18 Juni 2008
 Judul Skripsi : **OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)**

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	06/2008 /02	Konsultasi Awal	
2.	08/2008 /02	Konsultasi Bab I, II dan III	
3.	9/2008 /02	Revisi Flowchart, Metode SI, Terri SI di tingkat, Algoritma.	
4.	11/2008 /02	ACC bab I, II dan III	
5.	13/2008 /2	Konsultasi bab IV	
6.	16/2008 /2	Ketimpulan ditambalatkan, hasil validasi, buat makalah seminar hasil	
7.	18/2008 /2	abstrak: makalah di tingkat, tabel - tabel data perlu ditampilkkan semua (campiran)	
8.	21/2008 /02	ACC. bab IV dan V	
9.	13/03 2008	Maju ujian Skripsi	
10.			

Malang,
 Dosen Pembimbing I,

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



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : HERU WIYONO
 Nim : 02.12.102
 Masa Bimbingan : 18 Desember 2007 s/d 18 Juni 2008
 Judul Skripsi : **OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DI PT. PLN (Persero) REGION IV PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA-BALI (P3B)**

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	14/01	Revisi residual bab I bab I Acc.	
2.	27/01	Revisi penulisan qbr. untuk bab 2. Langung ke list. operasi pd pembangkit termal	
3.	27/01	Acc bab II	
4.	4/02	Bab III. pembatasan matrik jacobian. Nomor rumus & penjelasan di perjelas. teori PSO di perjelas : Algoritma diuraikan dgn urutan kon yg sebelumnya - Flowchart di perbaiki. serta dgn standar penyusunan yg ada	
6.	6/02	Acc bab III	
7.	18/02	Revisi: makalah seminar hasil, dosen ditampilkan, metode swarm intelligent dipergiat (diperjelas) lagi, Flowchart ditampilkan, tabel-tabel yang penting saja	
8.	20/02	abstrak bahasa inggris + indonesia, validasi, saran tdk perlu ditulis	
9.	14/03	algoritma di perbaiki secara dgn flowchart & lebih rinci / jelas. Daftar pustaka	
10.		Acc konpre	

Malang, 15 Maret 2008
 Dosen Pembimbing II,

Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT
 NIP. 132 314 400

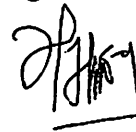
SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Heru Wiyono
NIM : 02.12.102
Jurusan : Teknik Elektro Energi Listrik S1

Dengan ini menerangkan bahwa setelah mengerjakan skripsi dan melakukan penelitian pada penggunaan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) diketahui kesalahan penulisan, sehingga perlu dilakukan perbaikan judul dari semula "*Optimal Power Flow Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization Di PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali (P3B)*" menjadi "*Optimal Power Flow Menggunakan Metode Swarm Intelegent Di PT. PLN (Persero) Region IV Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali (P3B)*". Perubahan judul dilakukan supaya penelitian sesuai dengan sasaran dan metode analisa yang digunakan dengan seizin Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II.

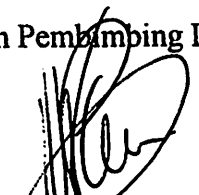
Malang, 18 Februari 2008
Yang Menerangkan



Heru Wiyono

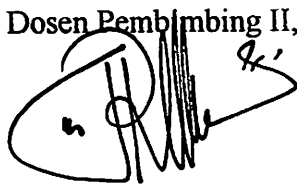
Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,



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

Dosen Pembimbing II,



Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT
NIP. 132 314 400

LAMPIRAN 3

1. Listing Program Validasi.
2. Listing Program Swarm Intelligent.

PROGRAM VALIDASI.txt

PROGRAM VALIDASI
 NAMA: WYONO
 NIM : 02.12.102
 Teknik Elektro Energi Listrik S-1
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

```

C
base=150.00;
const=1000;
base=100.00;
const=1000000;
TypParam=1; %jika pu TypParam=1 jika ohm TypParam=2
Global Pbase
    
```

	absv pu	sudv deg	Pgen MW	Qgen MVAR	Pload MW	Qload MVAR	Sup pu	TypBus
Bus=[	1.05000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	1;%1
	1.03000	0.00000	57.560	0.000	21.700	12.700	0.00000	2;%2
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	2.400	1.200	0.00000	3;%3
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	7.600	1.600	0.00000	3;%4
	1.01000	0.00000	24.560	0.000	94.200	19.000	0.00000	2;%5
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%6
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	22.800	10.900	0.00000	3;%7
	1.02000	0.00000	35.000	0.000	30.000	30.000	0.00000	2;%8
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%9
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	5.800	2.000	0.00000	3;%10
	1.05000	0.00000	17.930	0.000	0.000	0.000	0.00000	2;%11
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	11.200	7.500	0.00000	3;%12
	1.05000	0.00000	16.910	0.000	0.000	0.000	0.00000	2;%13
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	6.200	1.600	0.00000	3;%14
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	8.200	2.500	0.00000	3;%15
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	3.500	1.800	0.00000	3;%16
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	9.000	5.800	0.00000	3;%17
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	3.200	0.900	0.00000	3;%18
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	9.500	3.400	0.00000	3;%19
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	2.200	0.700	0.00000	3;%20
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	17.500	11.200	0.00000	3;%21
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%22
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	3.200	1.600	0.00000	3;%23
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	8.700	6.700	0.00000	3;%24
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%25
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	3.500	2.300	0.00000	3;%26
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%27
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%28
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	2.400	0.900	0.00000	3;%29
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	10.600	1.900	0.00000	3];%30

```

Global Bus, Beban, Cap]=DecodeBus(Bus);
Global Nbus Beban Cap
    
```

from	to	R pu	X pu	Lc pu	Tap	TapPh	SudPh deg	Kap Sal MVA
Sal=[	1	2	0.01920	0.05750	0.02640	0.00000	0.00000	1000.00;
	1	3	0.04520	0.18520	0.02040	0.00000	0.00000	1000.00;
	2	4	0.05700	0.17370	0.01840	0.00000	0.00000	1000.00;
	3	4	0.01320	0.03790	0.00420	0.00000	0.00000	1000.00;
	2	5	0.04720	0.19830	0.02090	0.00000	0.00000	1000.00;
	2	6	0.05810	0.17630	0.01870	0.00000	0.00000	1000.00;
	4	6	0.01190	0.04140	0.00450	0.00000	0.00000	1000.00;

PROGRAM VALIDASI.txt

5	7	0.04600	0.11600	0.01020	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
6	7	0.02670	0.08200	0.00850	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
6	8	0.01200	0.04200	0.00450	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
6	9	0.00000	0.20820	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
6	10	0.00000	0.55600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
9	11	0.00000	0.28000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
9	10	0.00000	0.11000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
4	12	0.00000	0.25600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
12	13	0.00000	0.14000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
12	14	0.12310	0.25590	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
12	15	0.06020	0.13040	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
12	16	0.09450	0.19870	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
14	15	0.22100	0.19970	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
16	17	0.08240	0.19320	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
15	18	0.10700	0.21850	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
18	19	0.06390	0.12920	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
19	20	0.03400	0.06800	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
10	20	0.09360	0.20900	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
10	17	0.03240	0.08450	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
10	21	0.03480	0.07490	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
10	22	0.07270	0.14990	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
21	22	0.01160	0.02360	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
15	23	0.10000	0.20200	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
22	24	0.11500	0.17900	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
23	24	0.13200	0.27000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
24	25	0.18850	0.32920	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
25	26	0.25440	0.38000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
24	27	0.10930	0.20870	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
28	27	0.00000	0.39600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
27	29	0.21980	0.41530	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
27	30	0.32020	0.60270	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
29	30	0.23990	0.45330	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
8	28	0.06360	0.20000	0.02140	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00;
6	28	0.01690	0.05990	0.00650	0.00000	0.00000	0.00000	1000.00];

```
sal,Z,Lc,Tr,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,sal);
obal Nsal Z Lc Tr CapSal
```

bus	Qmin MVAR	Qmax MVAR	a	b	c	fix	var	Pmin MW	Pmax MW
n=[	1	-20.00	150.00	0.062500	2.000	0.0000	0.73 5.10	50.0	200.00;
	2	-20.00	60.00	0.017500	1.750	0.0000	1.03 7.20	20.0	80.00;
	5	-15.00	62.50	0.003750	10.750	0.0000	1.03 7.20	15.0	50.00;
	8	-15.00	50.00	0.008340	3.250	0.0000	1.03 7.20	10.0	35.00;
	11	-10.00	40.00	0.025000	3.000	0.0000	1.03 7.20	10.0	30.00;
	13	-15.00	45.00	0.025000	3.000	0.0000	1.03 7.20	12.0	40.00];

```
obal Gen
lai=cputime;
,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Pk]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Cap,Beban,Pbase);
=real(V);
st=HitungTotalCostGen(Sg);
stIEEE=HitungCostPgenDetail(Nbus,Sg);
en=length(CostIEEE);
lesai=cputime;
lang=selesai-mulai;
us]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,SumL,Rr);
sp(['Jumlah Cost Gen = ' num2Str(Cost) ' US$']);
sp(' ');
]=Admitansi2(Nbus,Z,Lc,Tr,Cap);
```

PROGRAM VALIDASI.txt

```

=imag(Y);
Jh]=SubJacobian(Nbus,Y,V,Rugis);
]=Beban(:,3)/Pbase;
](1)=real(Sg(1))/Pbase;
]=Beban(:,5)/Pbase;
]=HitungPb(Alir)/Pbase;
]max=Sal(:,9)/Pbase;
]oba] B Jh Pk Pg Pd Pb Pmax Sg;
]swarm Intelligent
]a,lb,ub,x0]=FindBatasVariable;
]tions = optimset('LargeScale','off');
]; fval,exiflag,output,lambda]=fmincon(@Objfunc,x0,[],[],[],[],lb,ub,@ConstObjFunc,o
]ions)
],ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,Rugis,Cost]=HitungObjfunc(x);
]=real(V);
]stSI=HitungCostPgenDetail(Nbus,Sg);
]bus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,Rugis,SumG,SumL,Rr);
]sp(['Jumlah Cost Gen      = ' num2Str(Cost) ' US$']);
]sp(' ');
]sp('Hasil Perbandingan Biaya antara IEEE - Program');
]sp(' ');
]ngen=length(CostIEEE);
]sp('-----');
]sp(' No          IEEE          Program');
]sp('          (US$)          (US$)');
]sp('-----');
]for i=1:Ngen
]    S=[i CostIEEE(i) CostSI(i)];
]    fprintf(' %3.0f  %12.2f  %12.2f\n',S');
]end
]sp('-----');
]sp(['Selisih Biaya      = ' num2Str(sum(CostIEEE)-sum(CostSI)) ' US$']);
]z=zeros(Nbus,1);
]for i=1:Nbus
]    xt(i)=i;
]end

```

Program Swarm Intelligent
 IERU WIYONO
 Tim : 02.12.102
 Teknik Elektro Energi Listrik S-1
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

C
 base=150.00;
 const=1000;
 base=100.00;
 const=1000000;
 pParam=1; %Jika pu TypParam=1 jika ohm TypParam=2
 obal Pbase

	absv pu	sudv deg	Pgen MW	Qgen MVAR	Pload MW	Qload MVAR	Sup pu	TypBus
is=[	1.00200	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	1;%1
	1.00800	0.00000	396.200	0.000	40.400	6.000	0.00000	2;%2
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	25.700	11.600	0.00000	3;%3
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	29.800	17.000	0.00000	3;%4
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	10.400	1.600	0.00000	3;%5
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	17.600	5.900	0.00000	3;%6
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	1.900	0.600	0.00000	3;%7
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	22.300	9.400	0.00000	3;%8
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	12.000	6.600	0.00000	3;%9
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	15.600	5.500	0.00000	3;%10
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	5.100	2.400	0.00000	3;%11
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	7.300	2.600	0.00000	3;%12
	1.00000	0.00000	0.000	5.200	26.800	11.200	0.00000	3;%13
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	14.800	3.000	0.00000	3;%14
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	17.200	5.500	0.00000	3;%15
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	17.000	5.900	0.00000	3;%16
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	39.600	13.700	0.00000	3;%17
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	23.800	7.600	0.00000	3;%18
	1.00000	0.00000	0.000	9.800	21.000	10.500	0.00000	3;%19
	1.00000	0.00000	0.000	10.000	25.700	10.100	0.00000	3;%20
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	-104.850	-31.500	0.00000	3;%21
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	12.700	7.100	0.00000	3;%22
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	8.400	3.100	0.00000	3;%23
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	-12.700	-0.500	0.00000	3;%24
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	16.000	6.000	0.00000	3;%25
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	-329.000	-445.900	0.00000	3;%26
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	15.600	5.400	0.00000	3;%27
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	43.700	13.300	0.00000	3;%28
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	35.000	11.600	0.00000	3;%29
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	10.900	-0.800	0.00000	3;%30
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	7.400	5.500	0.00000	3;%31
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	31.500	23.700	0.00000	3;%32
	1.03333	0.00000	558.200	0.000	0.000	0.000	0.00000	2;%33
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	8.700	4.600	0.00000	3;%34
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	5.600	1.600	0.00000	3;%35
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	8.200	3.400	0.00000	3;%36
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	8.200	2.600	0.00000	3;%37
	1.00000	0.00000	150.200	0.000	8.600	4.400	0.00000	2;%38
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	68.800	27.700	0.00000	3;%39
	1.01000	0.00000	58.000	0.000	1.500	0.000	0.00000	2;%40
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	46.000	18.600	0.00000	3;%41
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	28.700	13.900	0.00000	3;%42
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	14.100	6.300	0.00000	3;%43
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	21.200	10.600	0.00000	3;%44
	1.00000	0.00000	0.000	0.000	95.000	40.000	0.00000	3;%45

SWARM INTELLIGENT.txt

1.00000	0.00000	0.000	0.000	35.100	14.000	0.00000	3;%46
1.00000	0.00000	0.000	0.000	122.500	36.500	0.00000	3;%47
1.00000	0.00000	0.000	0.000	57.700	25.000	0.00000	3;%48
1.00000	0.00000	0.000	0.000	37.400	14.800	0.00000	3;%49
1.00000	0.00000	0.000	0.000	23.700	13.900	0.00000	3;%50
1.00000	0.00000	0.000	0.000	15.200	6.600	0.00000	3;%51
1.00000	0.00000	0.000	0.000	28.100	12.500	0.00000	3;%52
1.00000	0.00000	0.000	0.000	30.400	10.900	0.00000	3;%53
1.00000	0.00000	0.000	0.000	38.900	15.600	0.00000	3;%54
1.00000	0.00000	0.000	0.000	2.300	1.000	0.00000	3;%55
1.00000	0.00000	0.000	0.000	89.900	47.700	0.00000	3;%56
1.00000	0.00000	0.000	0.000	19.500	8.600	0.00000	3;%57
1.00000	0.00000	0.000	0.000	28.400	16.400	0.00000	3;%58
1.00000	0.00000	0.000	0.000	10.200	7.600	0.00000	3;%59
1.00000	0.00000	0.000	0.000	9.000	4.100	0.00000	3;%60
1.00000	0.00000	0.000	0.000	13.700	6.200	0.00000	3;%61
1.00000	0.00000	0.000	50.000	14.400	7.800	0.00000	3;%62
1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%63
1.00000	0.00000	0.000	25.000	3.500	1.200	0.00000	3;%64
1.00000	0.00000	0.000	0.000	11.700	9.400	0.00000	3;%65
1.00000	0.00000	0.000	0.000	37.800	14.400	0.00000	3;%66
1.00000	0.00000	0.000	0.000	29.500	13.000	0.00000	3;%67
1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;%68
1.00000	0.00000	0.000	0.000	10.300	5.100	0.00000	3;%69
1.00000	0.00000	0.000	0.000	14.800	7.000	0.00000	3;%70
1.00000	0.00000	0.000	0.000	30.000	10.900	0.00000	3;%71
1.00000	0.00000	0.000	0.000	85.100	23.900	0.00000	3;%72
1.00000	0.00000	0.000	0.000	20.700	12.300	0.00000	3;%73
1.00000	0.00000	0.000	0.000	4.300	1.100	0.00000	3;%74
1.00000	0.00000	0.000	0.000	11.700	5.500	0.00000	3;%75
0.97000	0.00000	79.900	0.000	3.600	1.400	0.00000	2;%76
1.00000	0.00000	0.000	0.000	12.300	4.300	0.00000	3;%77
1.00000	0.00000	0.000	0.000	1.900	0.400	0.00000	3;%78
1.00000	0.00000	0.000	0.000	7.400	2.300	0.00000	3;%79
1.00000	0.00000	0.000	50.000	38.200	12.900	0.00000	3;%80
1.00000	0.00000	0.000	0.000	3.300	1.500	0.00000	3;%81
1.00000	0.00000	0.000	0.000	6.400	2.500	0.00000	3;%82
1.00000	0.00000	0.000	0.000	23.400	10.900	0.00000	3;%83
1.00000	0.00000	0.000	0.000	64.700	25.600	0.00000	3;%84
1.00000	0.00000	0.000	20.000	39.100	14.900	0.00000	3;%85
1.00000	0.00000	0.000	25.000	49.600	13.800	0.00000	3;%86
1.00000	0.00000	0.000	0.000	17.600	2.800	0.00000	3;%87
1.00000	0.00000	0.000	0.000	6.100	2.700	0.00000	3;%88
0.94400	0.00000	8.800	0.000	0.000	0.000	0.00000	2;%89
0.94400	0.00000	57.300	0.000	0.000	0.000	0.00000	2];%90

vbus, Beban, Cap]=DecodeBus(Bus);
 loba1 Nbus Beban Cap

from	to	R pu	X pu	Lc pu	Tap	TapPh	SudPh deg	Kap Saluran MVA
a1=[	1 39	0.00200	0.00790	0.01360	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
	2 5	0.04770	0.03460	0.05020	0.00000	0.00000	0.00000	486.00;
	2 7	0.00530	0.01800	0.01300	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
	3 4	0.00280	0.00940	0.00670	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
	3 8	0.00880	0.03010	0.02170	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
	3 15	0.00990	0.00720	0.01040	0.00000	0.00000	0.00000	468.00;
	3 16	0.00440	0.01500	0.01080	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
	3 38	0.01560	0.01150	0.01670	0.00000	0.00000	0.00000	468.00;
	5 6	0.00970	0.04640	0.06800	0.00000	0.00000	0.00000	360.00;
	5 11	0.00910	0.03100	0.02230	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;

SWARM INTELLIGENT.txt

6	13	0.04300	0.14690	0.02650	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
6	14	0.01770	0.06040	0.01060	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
6	76	0.00700	0.00120	0.00030	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
7	8	0.00790	0.02690	0.01940	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
7	9	0.01000	0.03400	0.00620	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
8	10	0.01350	0.04600	0.03320	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
10	12	0.01670	0.05710	0.01030	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
10	13	0.03150	0.10770	0.01950	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
11	13	0.01040	0.03530	0.02550	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
12	13	0.01480	0.05060	0.00910	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
13	14	0.03370	0.11510	0.02080	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
15	16	0.00450	0.00320	0.00470	0.00000	0.00000	0.00000	468.00;
16	17	0.00540	0.00390	0.00560	0.00000	0.00000	0.00000	468.00;
16	18	0.01450	0.04940	0.00890	0.00000	0.00000	0.00000	468.00;
16	19	0.01810	0.06170	0.01120	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
16	45	0.00510	0.01740	0.00320	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
16	56	0.00510	0.01740	0.00320	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
18	19	0.00190	0.03090	0.00280	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
19	20	0.00670	0.02300	0.01660	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
20	21	0.00730	0.02490	0.01790	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
20	22	0.00460	0.01330	0.00980	0.00000	0.00000	0.00000	180.00;
20	23	0.00110	0.00810	0.01170	0.00000	0.00000	0.00000	240.00;
21	24	0.02240	0.04280	0.00740	0.00000	0.00000	0.00000	65.25;
25	68	0.00480	0.01440	0.01930	0.00000	0.00000	0.00000	147.30;
69	25	0.00830	0.02740	0.00530	0.00000	0.00000	0.00000	294.60;
27	26	0.00100	0.00450	0.00660	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
26	28	0.00280	0.00940	0.00170	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
26	29	0.00540	0.01850	0.00100	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
26	30	0.00200	0.00950	0.00350	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
26	31	0.00530	0.02570	0.00940	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
26	39	0.00390	0.01320	0.00950	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
26	42	0.00210	0.01010	0.01470	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
26	46	0.00090	0.00430	0.00630	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
26	65	0.00310	0.01490	0.00550	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
26	66	0.00630	0.03010	0.01100	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
27	57	0.00030	0.00130	0.00040	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
28	29	0.00690	0.02350	0.00430	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
30	31	0.00610	0.02920	0.01070	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
31	32	0.00100	0.00480	0.00700	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
33	27	0.00130	0.00620	0.00230	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
33	45	0.00320	0.01540	0.02260	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
33	55	0.00100	0.00350	0.03720	0.00000	0.00000	0.00000	138.60;
33	57	0.00100	0.00350	0.00270	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
34	35	0.02900	0.08410	0.01540	0.00000	0.00000	0.00000	96.75;
34	55	0.00500	0.01340	0.01060	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
35	36	0.01610	0.04660	0.00860	0.00000	0.00000	0.00000	96.75;
36	37	0.01570	0.04540	0.00840	0.00000	0.00000	0.00000	96.75;
39	40	0.00230	0.00790	0.00540	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
39	41	0.00120	0.00410	0.00280	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
39	42	0.00040	0.00020	0.00280	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
41	45	0.00280	0.00950	0.00680	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
42	43	0.00030	0.00090	0.09910	0.00000	0.00000	0.00000	288.00;
42	44	0.00080	0.00120	0.06620	0.00000	0.00000	0.00000	120.00;
42	45	0.00140	0.00670	0.00980	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
42	54	0.00150	0.00510	0.00360	0.00000	0.00000	0.00000	118.80;
46	45	0.00140	0.00670	0.00980	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
45	47	0.00060	0.00300	0.00440	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
45	72	0.00030	0.00110	0.00080	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
47	48	0.00090	0.00430	0.00620	0.00000	0.00000	0.00000	444.00;
48	49	0.00120	0.00390	0.00080	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
48	51	0.00040	0.00070	0.07580	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
48	53	0.00040	0.00130	0.13800	0.00000	0.00000	0.00000	288.00;

SWARM INTELLIGENT.txt

49	50	0.00250	0.00730	0.00520	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
51	52	0.00050	0.00090	0.09820	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
57	58	0.00210	0.00710	0.00500	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
57	59	0.00860	0.02480	0.01820	0.00000	0.00000	0.00000	291.90;
59	60	0.00640	0.01850	0.01360	0.00000	0.00000	0.00000	291.90;
60	61	0.01080	0.03110	0.02280	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
60	62	0.00420	0.02000	0.02920	0.00000	0.00000	0.00000	291.90;
62	63	0.00370	0.01250	0.00900	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
63	64	0.00240	0.00080	0.00580	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
63	71	0.00060	0.00180	0.00120	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
65	66	0.00170	0.00830	0.00310	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
66	67	0.00660	0.01910	0.01420	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
66	70	0.00550	0.01870	0.01340	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
69	68	0.00830	0.02740	0.00530	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
69	70	0.00540	0.01820	0.01220	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
69	74	0.00640	0.02180	0.00370	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
69	75	0.02470	0.08420	0.01520	0.00000	0.00000	0.00000	111.00;
73	74	0.01240	0.04250	0.00770	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
74	75	0.02700	0.09210	0.01660	0.00000	0.00000	0.00000	222.00;
76	77	0.02310	0.06900	0.02380	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
76	82	0.01160	0.03360	0.02480	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
77	78	0.00920	0.01750	0.01200	0.00000	0.00000	0.00000	120.00;
78	79	0.01710	0.04940	0.00910	0.00000	0.00000	0.00000	60.00;
78	80	0.02320	0.06730	0.01240	0.00000	0.00000	0.00000	60.00;
79	80	0.01320	0.03830	0.00710	0.00000	0.00000	0.00000	60.00;
80	81	0.00710	0.02060	0.01520	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
80	83	0.00560	0.01610	0.00300	0.00000	0.00000	0.00000	96.75;
80	85	0.01990	0.03790	0.00650	0.00000	0.00000	0.00000	60.00;
80	87	0.00590	0.01690	0.01260	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
81	82	0.01350	0.03920	0.02880	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
83	84	0.00460	0.01340	0.00250	0.00000	0.00000	0.00000	96.75;
84	85	0.01270	0.02430	0.00420	0.00000	0.00000	0.00000	120.00;
84	86	0.00280	0.00690	0.00480	0.00000	0.00000	0.00000	120.00;
86	87	0.00610	0.01470	0.01040	0.00000	0.00000	0.00000	156.75;
87	88	0.01030	0.02730	0.02200	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
89	84	0.00060	0.00080	0.00010	0.00000	0.00000	0.00000	193.50;
90	84	0.00060	0.00080	0.00010	0.00000	0.00000	0.00000	193.50];

```
Global Z,Lc,Tr,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal);
Global Nsal Z Lc Tr CapSal
```

bus	Qmin MVAR	Qmax MVAR	a	b	c	fix	var	Pmin MW	Pmax MW
1	-1578.00	1578.00	1.1738	1097.72	3737.896	0.73	5.10	50.0	1578.00;
2	-800.00	800.00	6.7800	130.00	388144.000	1.03	7.20	50.0	800.00;
33	-600.00	600.00	7.3680	4266.08	6240.000	1.03	7.20	150.0	600.00;
38	-1052.00	1052.00	0.3042	1855.00	148332.000	1.03	7.20	150.0	1052.00;
40	-150.00	150.00	0.0800	235.00	16950.000	1.03	7.20	25.0	150.00;
76	-150.00	150.00	1.4069	1599.00	87435.000	1.03	7.20	25.0	140.00;
89	-50.00	50.00	14.2932	1670.00	88960.000	1.03	7.20	3.0	50.00;
90	-75.00	75.00	113.9000	5297.00	139560.000	1.03	7.20	10.0	75.00];

```
Global Gen
Global t=cputime;
Global f,ite,AIir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Pk]=NewtonPolat(Nbus,Z,Lc,Tr,Cap,Beban,Pbase);
Global v=real(v);
Global Cost=HitungTotalCostGen(Sg);
Global CostPLN=HitungCostPgenDetail(Nbus,Sg);
Global n=length(CostPLN);
Global tselesai=cputime;
Global selang=selesai-mulai;
```

```

bus]=CetakNewtonRaphson(Nbus, ite, selang, V, Sq, SL, Z, A, Iir, Rugis, SumG, SumL, RT);
sp(1, jumlah Cost Gen = , num2str(Cost) Rupiah J);
sp(' ');

```

```

parameter Swarm Intelligent

```

```

xgen=20;
psize=50;
obal len;
n=21;
obal batasChrom;
batas Pengaturan tegangan generator
tasChrom(1).min=0.95; batasChrom(1).max=1.05; batasChrom(1).step=0.01;
tasChrom(2).min=0.95; batasChrom(2).max=1.05; batasChrom(2).step=0.01;
tasChrom(3).min=0.95; batasChrom(3).max=1.05; batasChrom(3).step=0.01;
tasChrom(4).min=0.95; batasChrom(4).max=1.05; batasChrom(4).step=0.01;
tasChrom(5).min=0.95; batasChrom(5).max=1.05; batasChrom(5).step=0.01;
tasChrom(6).min=0.95; batasChrom(6).max=1.05; batasChrom(6).step=0.01;
tasChrom(7).min=0.95; batasChrom(7).max=1.05; batasChrom(7).step=0.01;
tasChrom(8).min=0.95; batasChrom(8).max=1.05; batasChrom(8).step=0.01;
batas Pengaturan Pembangkit Generator
tasChrom(9).min=50 ; batasChrom(9).max=800 ; batasChrom(9).step=10;
tasChrom(10).min=150; batasChrom(10).max=600 ; batasChrom(10).step=10;
tasChrom(11).min=150; batasChrom(11).max=1050; batasChrom(11).step=10;
tasChrom(12).min=25 ; batasChrom(12).max=150 ; batasChrom(12).step=5;
tasChrom(13).min=25 ; batasChrom(13).max=140 ; batasChrom(13).step=5;
tasChrom(14).min=3 ; batasChrom(14).max=50 ; batasChrom(14).step=1;
tasChrom(15).min=10 ; batasChrom(15).max=75 ; batasChrom(15).step=5;
batas Pengaturan kapasitor
itasChrom(16).min=0.00; batasChrom(16).max=50.0; batasChrom(16).step=5;
itasChrom(17).min=0.00; batasChrom(17).max=50.0; batasChrom(17).step=5;
itasChrom(18).min=0.00; batasChrom(18).max=50.0; batasChrom(18).step=5;
itasChrom(19).min=0.00; batasChrom(19).max=50.0; batasChrom(19).step=5;
itasChrom(20).min=0.00; batasChrom(20).max=50.0; batasChrom(20).step=5;
itasChrom(21).min=0.00; batasChrom(21).max=50.0; batasChrom(21).step=5;
lobal loktyp;
.okasi dan type pengaturan 1=tegangan generator
2=pembangkit generator
3=kapasitor
4=tap trafo

```

```

Regangan Generator type = 1
oktyp(1).bus= 1; loktyp(1).typ=1; loktyp(1).ke=0;
oktyp(2).bus= 2; loktyp(2).typ=1; loktyp(2).ke=0;
oktyp(3).bus=33; loktyp(3).typ=1; loktyp(3).ke=0;
oktyp(4).bus=38; loktyp(4).typ=1; loktyp(4).ke=0;
oktyp(5).bus=40; loktyp(5).typ=1; loktyp(5).ke=0;
oktyp(6).bus=76; loktyp(6).typ=1; loktyp(6).ke=0;
oktyp(7).bus=89; loktyp(7).typ=1; loktyp(7).ke=0;
oktyp(8).bus=90; loktyp(8).typ=1; loktyp(8).ke=0;
Pembangkit Generator type = 2
oktyp(9).bus= 2 ; loktyp(9).typ=2 ; loktyp(9).ke=0;
oktyp(10).bus=33; loktyp(10).typ=2; loktyp(10).ke=0;
oktyp(11).bus=38; loktyp(11).typ=2; loktyp(11).ke=0;
oktyp(12).bus=40; loktyp(12).typ=2; loktyp(12).ke=0;
oktyp(13).bus=76; loktyp(13).typ=2; loktyp(13).ke=0;
oktyp(14).bus=89; loktyp(14).typ=2; loktyp(14).ke=0;
oktyp(15).bus=90; loktyp(15).typ=2; loktyp(15).ke=0;
Kapasitas Kapasitor type = 3
oktyp(16).bus=20; loktyp(16).typ=2; loktyp(16).ke=0;
oktyp(17).bus=62; loktyp(17).typ=2; loktyp(17).ke=0;
oktyp(18).bus=64; loktyp(18).typ=2; loktyp(18).ke=0;
oktyp(19).bus=80; loktyp(19).typ=2; loktyp(19).ke=0;

```

SWARM INTELLIGENT.txt

```

ktyp(20).bus=85;loktyp(20).typ=2;loktyp(20).ke=0;
ktyp(21).bus=86;loktyp(21).typ=2;loktyp(21).ke=0;
atas aman tegangan
obal batasV;
tasv.min=0.95;
tasv.max=1.05;
obal pV pPs pQs pQy;
=50000000;
s=10000000;
s=100000;
g=100000;
from]=ProSwarmInt(maxgen, popsize, len, batasChrom);
sp(' ');
Beban, LTr]=DecodeDataBeban(Nbus, chrom);
, ite, Alir, Sg, SL, SumG, SumL, Rr, RugiS]=NewtonPolar(Nbus, Z, Lc, LTr, Cap, LBeban, Pbase);
bus]=CeilakNewtonRaphson(Nbus, ite, selang, V, Sg, SL, Z, Alir, RugiS, SumG, SumL, Rr);
stSInt=HitungCostPgenDetail(Nbus, Sg);
st=HitungObjFunc(chrom);
sp(['Jumlah Cost Gen      = ' num2str(Cost) ' Rupiah']);
sp(' ');
sp('Hasil Perbandingan Biaya antara PLN - Program');
sp(' ');
en=length(CostPLN);
sp('-----');
sp('  No          PLN          Program');
sp('  (Rp)         (Rp)');
sp('-----');
for i=1:Ngen
    S=[i CostPLN(i) CostSInt(i)];
    fprintf(' %3.0f   %12.2f   %12.2f\n', S');
end
sp('-----');
sp(['selisih Biaya      = ' num2str(sum(CostPLN)-sum(CostSInt)) ' Rp']);

```